

REPETITIVELY PROJECTING A MASK PATTERN USING A TIME-SAVING HEIGHT MEASUREMENT

Publication number: JP2001513267T

Publication date: 2001-08-28

Inventor:

Applicant:

Classification:

- International: G03F7/20; G03F7/207; G03F9/00; H01L21/027;
G03F7/20; G03F7/207; G03F9/00; H01L21/02; (IPC1-
7): H01L21/027; G03F9/00

- european: G03F7/20T24; G03F9/00T12

Application number: JP19990533271T 19981211

Priority number(s): EP19970204054 19971222; WO1998EP08090
19981211

Also published as:



WO9932940 (A1)

US6208407 (B1)

JP2005020030 (A)

Report a data error here

Abstract not available for JP2001513267T

Abstract of corresponding document: **WO9932940**

In a lithographic projection apparatus, a time-saving height measurement method is used. While in a projection station (105, 108, 111) the pattern of a mask (129) is projected on the fields of a first substrate (120), the height of the fields of a second substrate (121) is measured in a measuring station (133). In the measuring station, the height of the substrate fields and the height of the substrate holder (113) are measured by a first height sensor (150) and a second height sensor (160), respectively, and the value of the height of the substrate holder associated with the ideal height of the substrate field is determined for each substrate field. In the projection station, only the height of the substrate holder (111) is controlled by a third height sensor (180). The second and third height sensors are preferably part of a composite XY interferometer system extended with a Z measuring axis.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

1. By the Approach of Projecting Mask Pattern on Two or More Fields of Substrate in which Radiation Induction Layer was Prepared by Projection Beam and Projection System Before introducing the substrate electrode holder accompanied by a substrate into the bottom of a projection system in a projection beam Height is measured in the direction of parallel on the shaft of a projection beam, The height of the datum level of substrate electrode holder is measured The relation between the height of a substrate field and the height of the datum level of a substrate electrode holder is established By saving this relation in memory After distinguishing the surface profile of a substrate about each substrate field and introducing the substrate electrode holder accompanied by a substrate into a projection beam for the lighting of each substrate field, by inspecting the height of the datum level of a substrate electrode holder In the approach of adjusting the height of this field by measurement of the height of each substrate field To the shaft of a projection beam, receive mutually in respect of being vertical, and said field and the 1st height sensor are moved. The 2nd height sensor is used in order to measure the height of substrate support datum level. The approach characterized by inspecting only the value of this height of each substrate field by the 3rd height sensor after calculating the height of the substrate support datum plane relevant to the ideal height of the corresponding substrate field after that, saving it and introducing a substrate into a projection beam.
 2. Approach according to claim 1 characterized by measuring simultaneously height of this substrate field, and height of substrate electrode-holder datum level for every substrate field.
 3. It is the approach according to claim 1 or 2 which the X-axis and a Y-axis are shafts of 3 shaft rectangular coordinate system, and is characterized by the Z-axis being parallel to the shaft of a projection beam by measuring the location of a substrate along with the X-axis and a Y-axis when measuring the height of both and substrate electrode-holder datum level before and after introducing the substrate electrode holder accompanied by a substrate into a projection beam.
- Before Introducing Substrate Electrode Holder Accompanied by Substrate into Projection Beam, 4. About Each Substrate Field Using said relation, before illuminating, after asking for the relation between the alignment mark relevant to said substrate field, and at least one reference mark on a substrate electrode holder and introducing the substrate electrode holder accompanied by a substrate into a projection beam The approach according to claim 3 characterized by taking the alignment of each substrate field by taking the alignment of said reference mark to the mark to which it corresponds on a mask.
5. Product using claim 1, claim 2, and approach according to claim 3 or 4 manufactured by lithography technique.
 6. With Equipment Equipped with Projection Station Which Projects Mask Pattern on Two or More Fields of Substrate Arranged on Substrate Electrode Holder, and Measurement Station Which Measures Height of Each Substrate Field, and Height of Datum Level of Substrate Electrode Holder The path of the substrate which passes along equipment is equipment which extends to a projection station through a measurement station. The 1st and 2nd height sensor by which a measurement station measures the height of a substrate field and substrate electrode-holder datum level, respectively is held. Lithography projection equipment suitable for performing the approach according to claim 1 that a projection station is characterized by holding the 3rd height sensor which measures the height of substrate electrode-holder datum level.
 7. Lithography projection equipment according to claim 6 characterized by including optical alignment system equipped with element with which measurement station picturizes alignment mark relevant to substrate field, and at least one substrate electrode-holder alignment mark on reference mark in alignment system.
- Lithography projection equipment according to claim 6 or 7 characterized by 8.3 height sensors being

optical height sensors.

9. At Least One of 2nd and 3rd Height Sensors Forms Some Separate Compound XYZ Interferometer Systems Which Measure X of Substrate, Y Displacement, and Location. Have some X and Y measurement shafts, and the number is equal to the translation number of the substrate for which it asks with an interferometer at least. Said measurement shaft cooperates with X and Y measurement mirror which have been arranged on a substrate electrode holder. Lithography projection equipment according to claim 8 with which said Z measurement shaft and a Z measurement mirror are characterized by constituting a height sensor with Z reflector and Z detector in cooperation with the Z measurement mirror in which said interferometer systems have been further arranged on a substrate electrode holder by the acute angle to XY side.

10. Lithography projection equipment according to claim 9 with which the Z measurement mirror of interferometer systems is characterized by being arranged on a substrate electrode holder at the include angle of about 45 degrees to XY side.

11. Lithography projection equipment according to claim 9 or 10 with which the Z measurement mirror of interferometer systems is characterized by consisting of parts for the chamfer of X or Y measurement mirror.

12. Lithography projection equipment according to claim 9 or 10 with which the Z measurement mirror of interferometer systems consists of beveling rods arranged on the side face of a substrate electrode holder in which X or y measurement mirror has also been arranged, and said rod is characterized by extending on the whole side face in a Z direction in a direction vertical to the small part of said side face, and this.

13. Lithography projection equipment according to claim 12 characterized by arranging the Z measurement mirror of interferometer systems at the part of a substrate electrode holder far from a substrate.

14. Lithography projection equipment given in any 1 term of claim 9 to claim 13 characterized by the criteria mirror of the criteria beam relevant to a Z measurement beam consisting of X or Y measurement mirrors which have been arranged on the side face of a substrate electrode holder in which the Z measurement mirror has also been arranged.

15. Lithography projection equipment given in any 1 term of claim 9 to claim 14 characterized by the path of a Z measurement beam incorporating the retroreflector in which said mirror is made to reflect the Z measurement beam which reflects in a Z measurement mirror and is turned to Z detector in order to make it reflect further in said measurement mirror.

16. Lithography projection equipment given in any 1 term of claim 9 to claim 15 which is characterized by equipping interferometer systems with at least five measurement shafts further in addition to a Z measurement shaft.

17. Lithography projection equipment given in any 1 term of claim 9 to claim 16 in which interferometer systems have the measurement shaft which two measurement beams from which wavelength differs spread.

18. Lithography projection equipment given in any 1 term of claim 9 to claim 17 which the component of Z reflector is arranged within a projection station, an interferometer station, and the rigid limit to which the projection station is also being fixed, and is further characterized by being isolated dynamically and hanging a frame from other components of equipment except for a measurement mirror.

19. Lithography projection equipment given in any 1 term of claim 9 to claim 18 to which the criteria mirror of the criteria beam relevant to X and Y measurement beam is characterized by being arranged on the electrode holder of a projection system.

20. an approach given in any 1 term of claim 1 to claim 4 characterize by to follow the root same during the lighting of a field when the field which inspected continuously introduce a substrate into the bottom of a projection station in a projection beam after that according to the specific root specified by the sequence arrange by receive mutually in case it ask for the surface profile of two or more substrate fields before introduce a substrate into a projection beam .

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

To the substrate using the height measurement which saves time amount, a mask pattern The approach and equipment which carry out repeat projection This invention It is related with the approach of projecting a mask pattern on two or more fields of a substrate in which the radiation induction layer was prepared by the projection beam and the projection system. Before introducing the substrate electrode holder accompanied by a substrate into the bottom of a projection system in a projection beam Each field of a substrate Height is measured in a direction parallel to the shaft of a projection beam. The height of the datum level of substrate electrode holder is measured. The relation between the height of a substrate field and the height of the datum level of a substrate electrode holder is established. In order to ask for the surface profile of a substrate and to illuminate each substrate field by saving this relation in memory After introducing the substrate electrode holder accompanied by a substrate into a projection beam, it is related with the approach of adjusting the height of this field by inspecting the height of the datum level of a substrate electrode holder.

This invention relates to the product manufactured by this approach, and the lithography projection equipment suitable for performing this approach again.

This type of the approach and equipment which manufacture IC are indicated by the Japanese patent application disclosure No. 196532 [61 to]. Since a substrate receives heat treatment between the continuous lighting in a mask pattern different each time in IC manufacture process, this patent application has mentioned the problem that the front face of a substrate may deform. Because of such deformation of a substrate front face, IC area or the field of a substrate may exceed the depth of focus of the projection lens system which picturizes a mask pattern to various substrate fields, therefore cannot realize an image any longer. Therefore, it is necessary to measure the location in alignment with a shaft parallel to the height of each substrate field, i.e., the optical axis of a projection lens system. If height measurement is carried out by one place for every substrate field, it cannot guarantee that the difference of elevation of the substrate field in question cannot be measured, but the whole substrate field is in the depth of focus of a projection lens system.

It is too bad for being able to guarantee that the object of the Japanese patent application disclosure No. 196532 [61 to] has the whole substrate field front face in the depth of focus, and this front face illuminating, or is offering the approach it being able to check whether it having the quality which must not be used at all. In order to realize this object, before introducing the Japanese patent application disclosure No. 196532 [61 to] in a projection station according to the inside of a projection beam, and the bottom of a projection lens system, it proposes measuring dip depending on the height of the field of a substrate, and the case.

The important parameter of the present lithography equipment is the number of a throughput, i.e., the substrate which equipment can illuminate for every unit time amount, therefore the substrates which prepared the image of a mask pattern. The new model of these equipments is made one after another after the advertisement of the Japanese patent application disclosure No. 196532 [61 to]. IC with more electronic parts was able to be manufactured with the equipment of these new models. however, the alignment (adjustment) of a substrate field will be taken to a mask pattern (the shaft of a projection system -- receiving -- vertical X and the direction of Y), the procedure of maintaining a focus to the field will become still more difficult, and time amount will be further taken by this. Not only the alignment system that picturizes the alignment mark of a substrate on the mark of a mask between this alignment, for example, is indicated by U.S. Pat. No. 4,778,275 but the interferometer systems which can fix the location of X of a substrate, Y migration, and a substrate field on system of coordinates are used.

Important progress was using the interferometer systems which have not three but at least five measurement

shafts. lithography equipment equipped with such interferometer systems -- the Europe patent application disclosure 498th -- it is indicated by No. 499. In these interferometer systems, not only the variation rate of the substrate in alignment with the X-axis and a Y-axis but the dip to the X-axis and the dip to a Y-axis can be dramatically measured to accuracy. Consequently, each substrate field can be positioned in sufficient precision to a mask pattern, without performing separate alignment for every substrate field. Therefore, time amount required for the lighting of a substrate can be shortened substantially.

In the Japanese patent application disclosure No. 196532 [61 to], in order to measure the height and dip of a substrate field, a separate measurement station is used. In order to use two or more substrate electrode holders, it also attracts attention that lighting of the 1st substrate and measurement of the 2nd substrate can be performed simultaneously, therefore the same throughput as known equipment can be attained. The reason is that equipment processes one substrate at a time, i.e., time amount required to illuminate [first, measure the 1st substrate continuously, illuminate it and] the whole substrate if the 2nd substrate is measured continuously, and is illuminated after that and it is the same as that of the following is too long since the measurement step of various excesses is performed for every substrate field. However, with the facility which prepared the interferometer systems which have at least five measurement shafts, even if the problem and solution which were mentioned by the Japanese patent application disclosure No. 196532 [61 to] are lost and there are no measurement and lighting of a separate measurement station and parallel time amount, the target precision can also be attained.

It is required to have to picturize new lithography equipment and still smaller details, to take alignment for every substrate field, even if it uses the interferometer systems which have five or more measurement shafts with the lithography equipment under present development with desirable positioning accuracy advanced to the pan of a substrate field, and to perform amendment of a focus and dip.

for example, the Europe patent application disclosure 0th -- 687 957 No. and the Japanese patent application disclosure No. 183031 [57 to]

Forming the lithography projection equipment which has at least two substrate electrode holders and a separate alignment station with a ***** epitome is already proposed. At this station, before introducing a substrate into a projection station, alignment is taken to the substrate electrode holder which arranges this. Two substrate electrode holders are used, and since between an alignment station and projection stations is movable, while illuminating the 1st substrate at the projection station, this can take the alignment of the 2nd substrate to the substrate supporter of an alignment station, and can suppress time amount required for the alignment in a projection station to the minimum.

At the height measurement station indicated by the Japanese patent application disclosure No. 196532 [61 to], in order to measure the height of both a substrate field and the datum level of a substrate electrode holder, two or more same height sensors which consist of three air sensors are used. Furthermore, in order to measure the configuration of the front face of a substrate field, shirring interferometer systems are prepared. As a result of choosing this measuring device, a measurement procedure will include comparatively many phases.

The height of a substrate field is measured by three air sensors in three different locations of this field so that the dip of a substrate field can be calculated to the 1st. This dip is called a "temporary basal plane." Then, with the vertical actuator at a height measurement station, it secures so that a temporary basal plane may become in parallel with the datum level of an interferometer. Next, the air sensor on the front face of a substrate is moved to the datum level of a substrate electrode holder. Then, a substrate field is measured with an interferometer and it calculates from the interference pattern which formed the configuration of a substrate field front face in interferometer systems between them. Only a slight distance must move a substrate vertically with a vertical actuator during this treatment. Then, the height of substrate supporter datum level is measured by three air sensors. Finally, correlation with this height and temporary basal plane is searched for. Thus, the acquired information is transmitted to a projection station, if the corresponding substrate arrives here, it will be used in order to adjust the height of a substrate field, and only the height of the datum level of a substrate will be measured by three sensors at a projection station.

It is the object of this invention that what was indicated by the Japanese patent application disclosure No. 196532 [61 to] offers the approach of the type indicated to the paragraph of the beginning simpler than this based on a different concept. The approach by this invention is set to measurement of the height of each substrate field. Said field and the 1st height sensor In order to receive mutually in respect of being vertical to the shaft of a projection beam, to make it move and to measure the height of the datum level of a substrate supporter, the 2nd height sensor is used. After calculating the height of the substrate supporter datum plane relevant to the ideal height of the corresponding substrate field after that, saving it and introducing a

substrate into a projection beam, it is characterized by inspecting only the value of this height of each substrate field by the 3rd height sensor.

The shaft of a projection beam is understood to be what means the symmetry axis of a projection radiation. This radiation may consist of one beam which has a round cross section, an annular cross section, or the cross section of the gestalt of a circular partition. Or a projection radiation is arranged at four quadrants and may consist of four sub beams which raised the resolving power of projection equipment about the object. Here, a symmetry axis is a shaft passing through the core of four quadrants. The projection beam which has the cross section of the gestalt of a circular partition inside the boundary of a mask side is used for a step scanner. In the case of the latter, a symmetry axis is a shaft passing through the center of curvature of a circle.

When this invention uses one height sensor for measurement of a substrate field, it receives mutually, this field and a height sensor are moved in respect of being vertical to the measurement direction and a height sensor measures only the small part of a substrate field each time As compared with the approach indicated by the Japanese patent application disclosure No. 196532 [61 to], the height and profile of a substrate field are a very simple approach, and are based on recognition that it can measure by shorter time amount. Furthermore, since the 2nd height sensor is used for measurement of the datum level of a substrate supporter, it is not necessary to carry out the variation rate of the 1st height sensor from a substrate field to datum level and its reverse, and this raises the stability of a measuring device and raises measurement. As for the approach by this invention, it is desirable that it is further characterized by the ability to measure simultaneously the height of this substrate field and the height of substrate electrode-holder datum level for every substrate field.

This becomes possible by using two height sensors for a measurement station, as the measuring time becomes short.

The desirable operation gestalt of an approach also measures the location of a substrate along with the X-axis and a Y-axis, when measuring the height of the datum level of a substrate electrode holder before and after introducing the substrate electrode holder equipped with the substrate in a projection beam further, and the X-axis and a Y-axis are shafts of 3 shaft orthogonal set of a coordinate, and are characterized by the Z-axis being parallel to the shaft of a projection beam.

The location of a substrate field is measured by X and Y measurement which can be performed by the interferometer systems mentioned above by the system of coordinates determined as the height and coincidence of this field by interferometer systems. The result of this measurement is a projection station and is applicable to especially pinpointing of a substrate field. Furthermore, if measurement of the Z-axis is combined with X and Y axonometry, the dependability and precision of these measurement will improve. Since X and Y location of each substrate field were determined at both the measurement station and the projection station, before they introduce a substrate into a projection beam, a part of alignment procedure required for a lithography technique can be performed. The alignment mark relevant to said substrate field before the operation gestalt of the approach this is applied introduces the substrate electrode holder accompanied by a substrate into a projection beam, After asking for the relation between at least one reference mark on a substrate electrode holder for every substrate field and introducing the substrate electrode holder accompanied by a substrate into a projection beam Before illuminating, it is characterized by taking the alignment of each substrate field by using said relation and taking alignment about the mark to which said reference mark is corresponded on a mask.

Therefore, during lighting of the 1st substrate, with the 2nd substrate, the part of alignment procedure which takes time amount most can be performed, therefore time amount required for alignment can be shortened substantially. Measurement of X and Y location required for alignment uses having already performed for height measurement of a substrate field.

the principle and advantage of performing a part of alignment procedure, before introducing a substrate into a projection beam -- the Europe patent application disclosure 0th -- it is indicated by the English-language edition epitome of 687 957 No. and the Japanese patent application disclosure No. 183031 [57 to].

in case especially the advantageous operation gestalt of the approach by this invention ask for the surface profile of two or more substrate fields before introduce a substrate into a projection beam , when introduce a substrate into the bottom of a projection system in a projection beam after that according to the specific root which be specified by the sequence that the field inspected continuously have be arrange by receive mutually , it characterize by to follow the root same during the lighting of a field . This simplifies dramatically matching of the data between the measuring point (location which asked for the surface profile) of the field on a substrate, and an exposure location (location to illuminate). Although such an operation

gestalt follows the same root at a measurement station and an exposure station, it must specify that it is not what is limited to it although surely following the same sequence is permitted.

By using a new approach, the product which the clear image of the mask pattern of a substrate field is acquired, therefore is manufactured by these approaches, such as IC, has the structure specified very good so that this invention may be realized by this product.

This invention relates also to the lithography projection equipment suitable for performing the approach by this invention. This equipment is equipped with the projection station which projects a mask pattern on two or more fields of the substrate arranged on a substrate electrode holder, and the measurement station which measures the height of each substrate field, and the height of the datum level of a substrate electrode holder. Here The path of the substrate which passes along equipment extends to a projection station through a measurement station. Equipment is characterized by for a measurement station holding the 1st and 2nd height sensor which measures the height of a substrate field and substrate electrode-holder datum level, respectively, and holding the 3rd height sensor by which a projection station measures the height of substrate electrode-holder datum level.

The equipment of this invention differs from the equipment by the Japanese patent application disclosure No. 196532 [61 to] in that the equipment described at the end holds a height sensor only in one.

With new equipment, the height sensor of various types, such as capacitive or air operated meter, can be used. Furthermore, a mutually different type is sufficient as a height sensor. However, as for three height sensors, it is desirable that it is an optical height sensor.

In an activity, it is flexible and there are few special measures required for equipment, and an optical height sensor is dramatically exact and reliable.

In order that the desirable operation gestalt of projection equipment may measure X, Y displacement, and the location of a substrate, At least one of the 2nd and 3rd height sensors forms some separate compound XYZ interferometer systems. Have some X and Y measurement shafts, and the number is equal to the translation number of the substrate called for with an interferometer at least. Said measurement shaft cooperates with X and Y measurement mirror which have been arranged on a substrate electrode holder. It has the Z measurement shaft with which said interferometer systems cooperate with the Z measurement mirror arranged on a substrate electrode holder by the acute angle to XY side further, and said Z measurement shaft and a Z measurement mirror are characterized by constituting a height sensor with Z reflector and Z detector.

About stability and precision, XY interferometer systems which extend with a Z measurement shaft are dramatically suitable for using it as a height sensor of lithography equipment. Measurement of height is realizable with the means by which it is comparatively few and simple now. That is, they are the special beam splitter of interferometer systems, special Z detector, and a special measurement mirror on a substrate electrode holder. Furthermore, in order to form a height sensor, it is not necessary to take a tooth space between a projection system and a substrate. Next, the height of a substrate is found from Z reflector connected to the projection system.

It is dramatically advantageous, if a part of alignment procedure can be performed in addition to height measurement of a measurement station as already stated. The equipment which offers this function is characterized by including at least one substrate electrode-holder alignment mark on the reference mark in the optical alignment system equipped with the element with which a measurement station picturizes the alignment mark relevant to a substrate field, and an alignment system.

The alignment system of the measurement station used for taking the alignment of a substrate on a substrate table is the above-mentioned Japanese patent application disclosure No. 183031 [57 to].

It is alike and is indicated.

The desirable operation gestalt of equipment is characterized by arranging the Z measurement mirror of interferometer systems on a substrate electrode holder at the include angle of about 45 degrees to XY side. When Z reflector is parallel to XY side, a Z measurement mirror can have the minimum width of face. It is because a Z measurement beam crosses the same path as the receipts and payments to Z reflector. The Z measurement mirror of equipment of interferometer systems is still better also considering consisting of parts for the chamfer of X or Y measurement mirror as a description.

Next, the side face of the substrate electrode holder suitable for this object is preferably divided into a part for a chamfer with an include angle of 45 degrees to a straight-line part and a straight-line part, and both parts are reflexivity.

The Z measurement mirror of interferometer systems consists of beveling bars with which the desirable operation gestalt of equipment has been arranged on the side face of a substrate electrode holder, X or Y

measurement mirror is also arranged at a side, and, as for said bar, only the small part of said side face is characterized by extending in a Z direction and extending on the whole side face in a vertical direction to it. Since Z reflector is applied to the electrode holder of a projection system and is arranged, the distance of about 70mm is given between the one side edge of this reflector, and the shaft of the projection system of lithography equipment. The distance between the shaft of a projection system and the core of a Z measurement mirror must be said distance of this extreme location, and the minimum, and must be equal so that the measurement beam which the Z measurement mirror reflected can reach Z reflector also in extreme X location of a substrate electrode holder. That is, a substrate electrode holder must be expanded for Z measurement. Since X or Y measurement mirror must also be formed in the side face in which a Z measurement mirror is formed, when given height is required for this electrode holder, and a substrate electrode holder is expanded for a Z measurement mirror, that weight will increase substantially. The weight of this electrode holder can be restricted by forming a Z measurement mirror in the thin bar by which non-switched connection was carried out to the substrate electrode holder.

As for a Z measurement mirror, according to the further characteristic description of lithography equipment, it is desirable to arrange into the part of a substrate electrode holder far from a substrate.

The danger of the dynamic ABBE (Abbe) error of X and the direction of Y can be reduced by arranging X or Y measurement mirror for a Z measurement mirror on it to the electrode-holder down side. Furthermore, the maximum part of the side face in which a substrate electrode holder corresponds, and the maximum tooth space between a Z measurement mirror and a projection system are suitable for other measurement. A criteria mirror with the separate criteria beam relevant to a Z measurement beam may be arranged to interferometer systems. Next, Z detector which receives a Z-measurement beam and Z criteria beam supplies the signal which mixed with the information about Y location the signal which mixed the information about Z location with the information about X location when the Z measurement mirror had been arranged on the same side face as X measurement mirror of a substrate electrode holder when the Z measurement mirror had been arranged on the same side face as Y measurement mirror. Next, electronic differential with X position signal or Y position signal must still be performed by this signal. That is, this signal must be acquired for pure Z location combining the signal of X location or Y location.

However, as for equipment, it is desirable that it is characterized also by constituting the criteria mirror of the criteria beam relevant to a Z measurement beam from X or Y measurement mirror arranged on the side face of a substrate electrode holder in which the Z measurement mirror has also been arranged further.

Next, optical differential is performed and the output signal of Z detector includes pure Z positional information. It is not necessary to perform an electronic part. Optical differential has the advantage that it does not need to be dependent on the processing speed of the electronic circuitry relevant to interferometer systems any longer.

About X measurement shaft, after a measurement beam and the criteria beam relevant to it reflect in a measurement mirror and a criteria mirror, respectively, a beam splitter must combine them so that the radiation spot which this beam forms in respect of Z detector can be satisfied as much as possible and it may be in agreement. The signal supplied now by this detector has maximum amplitude. However, for the dip which is not desirable as for the measurement mirror relevant to these beams, this radiation spot may incline to a detector, therefore the direction of these beams changes. This phenomenon is known as "a jump of a beam." Since a Z measurement beam is reflected not only in Z reflector but in a Z measurement mirror, a jump of the beam of a Z measurement beam is larger than a jump of Z criteria beam. A jump of a beam can be decreased if the optical differentiation mentioned above is used (i.e., if Z criteria beam is sent to X or Y measurement mirror). A jump of a beam actually changes in the same direction with both beams. Therefore, the optical differentiation offers the 2nd advantage.

As for equipment, it is desirable that it is characterized by incorporating the retroreflector which reflects in said mirror the Z measurement beam with which the path of a Z measurement beam reflects in a measurement mirror further in order to decrease a jump of a beam further, and it faces to a detector in order to make it reflect further in said measurement mirror.

Thus, since a Z measurement beam reflects specially on a measurement mirror, the direction of origin of a measurement beam is maintained regardless of the dip of the mirror in the path of this beam.

X of interferometer systems may differ from the number of Y measurement shafts according to the existence of other gaging systems of equipment. However, it is desirable that interferometer systems include at least five measurement shafts further in addition to X measurement shaft.

The advantage of the highest accuracy of measurement is combined with a special measurement function, i.e., Z measurement, in this system.

In order to make it not depend for measurement of an interferometer on change of the refractive index of the medium which a measurement beam spreads, interferometer systems are good considering having the measurement shaft which two measurement beams of the wavelength from which a system differs spread further as a description.

Since the same distance is measured with two beams from which wavelength differs and it depends for the refractive index of a medium on the wavelength of this measurement beam, change of the refractive index which may happen can be measured and the measurement result of interferometer systems can be amended by it. Said measurement shaft is good at one of a separate reference measurement shaft or the measurement shafts of other.

As for lithography equipment, it is desirable that it is characterized by arranging Z reflector further in a projection station and an interferometer structure-of-a-system element, and the rigid frame with which the projection system is also being fixed, isolating a frame from other components of equipment dynamically except for a measurement mirror further, and being hung.

This measurement contributes to realizing the desired accuracy of measurement dramatically. Fixed association of the interferometer unit is carried out without blocking a projection system. Since it is hung in the condition that said frame called the frame for metrology is dynamically isolated by equipment, or there is no oscillation, the location of the interferometer unit in this equipment is not influenced any longer of external force, such as driving force of the substrate table on which the substrate electrode holder forms the part, and the mask table on which the mask electrode holder forms the part.

The criteria mirror of equipment of the criteria beam relevant to X and Y measurement beam is still better also considering being arranged on the electrode holder of a projection system as a description.

Now, X and Y location of a substrate are not measured about an interferometer element any longer, but are measured about a projection system. Next, the effect which the deformation which may take place to the frame for metrology has on location measurement is so small that it can be disregarded.

The above of this invention and other modes are clear from the operation gestalt described below, and are explained about this.

Drawing 1 shows the operation gestalt of the projection station of lithography projection equipment.

Drawing 2 shows drawing of the lithography projection equipment which has a separate height measurement station and two substrate electrode holders.

Drawing 3 shows the height sensor used for a projection station and a measurement station.

Drawing 4 shows the operation gestalt of the height sensor measured on a substrate.

Drawing 5, drawing 6, and drawing 7 are used at both stations, and the 1st [of the height sensor by which the meter forms some compound interferometer systems], 2nd, and 3rd operation gestalten are shown.

Drawing 8 shows the operation gestalt of the projection station equipped with the frame for metrology.

Drawing 9 is a general view of the interferometric measurement performed at a measurement station and a projection station.

Drawing 10 shows the actuation which a substrate electrode holder performs with the equipment of drawing 2.

Drawing 1 shows roughly the optical element of the operation gestalt of the photolithography equipment which repeats and picturizes a mask pattern on a substrate. The main components of this equipment are projection columns which hold the projection lens system PL. The mask electrode holder MH of the mask MA with which a mask pattern C is picturized is formed, and it is arranged on this system. A mask electrode holder is in the mask table MT. The substrate table WT is arranged under the projection lens system PL. This table is equipped with a sensitization layer and holds the substrate electrode holder WH of the substrate W which must picturize a mask pattern in an IC area Wd which is different repeatedly each time. After a substrate table is movable in X and the direction of Y, therefore picturizes a mask pattern to IC area, it can arrange subsequent IC area under a mask pattern.

Equipment has a lighting system equipped with the radiation source LA, the lens system LS, Reflector RE, and condenser lens CO of a krypton fluorine and an excimer laser, or a mercury lamp further. The projection beam PB supplied by the lighting system illuminates a mask pattern C. This pattern is picturized by IC area of Substrate W by the projection lens system PL. or the Europe patent application disclosure 0th -- a lighting system may be realized as indicated by 658 810 No. A projection lens system has the diffraction marginal image size which has the scale factor of $M=1/4$, numerical-aperture $NA=0.6$, and the diameter of 22mm.

Equipment is equipped with the focal error detection system which distinguishes the focus of the interferometer systems which distinguish the X **** Y location and direction of further two or more gaging systems, i.e., the system which takes the alignment of the mask MA to Substrate W in XY side, a substrate

electrode holder, therefore a substrate, and the projection lens system PL, or the deflection between an image side and the photosensitive layer front face of Substrate W. These gaging systems are a part of servo mechanism, and this can be equipped with electronic signal processing, a control circuit, and a driver, i.e., an actuator, and can amend the location and direction of a substrate and focusing about the signal which the gaging system supplied now.

Two alignment marks M1 and M2 are used for an alignment system with the mask MA shown in the upper right corner of drawing 1. Although constituting from a diffraction grating is desirable as for these marks, the optically different square or optically different split from a perimeter etc. may be formed by other marks. As for an alignment mark, it is desirable to receive two-dimensional, i.e., mutually, and to extend in X and the direction of Y of a vertical 2-way, i.e., drawing 1. Substrate W has at least two alignment marks, and this is also a desirable two-dimensional diffraction grating, and shows two P1 and P2 to drawing 1 among those. Marks P1 and P2 are arranged on the outside of the area of the substrate W which must form the image of Pattern C.

As for the grid marks P1 and P2, it is desirable that it is a phase grating, and, as for the grid marks M1 and M2, it is desirable that it is an amplitude grating.

Drawing 1 shows the special operation gestalt of an alignment system, i.e., a duplex alignment system, and this uses two alignment beams b and b', in order that the substrate alignment mark P1 may be taken on the mask alignment mark M2 and it may take alignment for the substrate alignment mark P2 on the mask alignment mark M2, respectively. Beam b is the reflective element 30, for example, a mirror etc., and is reflected in the reflecting surface 27 of prism 26. A front face 27 reflects Beam b in the substrate alignment mark P2, this uses a part of radiation as a beam b1, it is made to pass to the mask alignment mark M2 of relation, and the image of a mark P2 is formed here. For example, the reflective elements 11, such as prism, are arranged on a mark M2, and this prism turns to the radiosensitivity detector 13 the radiation passed by the mark M2. 2nd alignment beam b' is reflected in the reflector 29 of the projection lens system PL in a mirror 31. A reflector 29 passes beam b' to the 2nd reflecting surface 28 of prism 26, and this front face turns beam b' to the substrate alignment mark P1. This mark makes a part of radiation of beam b' beam b1', it is made to reflect in the mask alignment mark M1, and the image of a mark P1 is formed here. The radiation of the beam b1 which passes a mark M1 is turned to radiosensitivity detector 13' by reflector 11'. Actuation of a duplex alignment system is indicated by U.S. Pat. No. 4,778,275, and refer to this for it about the further detail of this system.

Especially the operation gestalt of the alignment system by drawing 1, the alignment beam is suitable for the equipment with which the projection lens system PL is designed for example, for [which has short wavelength, such as 248 etc.nm,] the projection beams PB, and has long wave length substantially [633 etc.nm etc.]. This system actually incorporates the lens 25 special to a projection column, i.e., a correcting lens. This lens guarantees being picturized for a right scale factor in spite of the data of a substrate alignment mark doubling with the field of a mask alignment mark, and a projection lens system doubling with the wavelength of an alignment beam, and not optimizing. It fully dissociates in respect of a correcting lens, and a correcting lens is arranged on the other hand at height which is like [which can disregard the effect which it has on the image in which the correcting lens was formed with the projection beam and the mask pattern C] so that the subbeam of the order of diffraction with various alignment beams generated by the substrate alignment beam in one side in the projection column can influence these subbeams separately. As for a correcting lens 25, it is desirable to arrange to the fourier side of a projection lens system. If a correcting lens is arranged to the field which crosses mutually as the chief ray of the alignment beams b and b1 shows drawing 1, this lens can be used for amendment of two alignment beams. U.S. Pat. No. 5,100,237 is referred to about the further detail about the object of a correcting lens 25, and actuation.

It is desirable to arrange wedges, such as a diffraction element, or other refraction elements near the alignment mark which went down the path of an alignment beam further. An alignment error can be prevented if there is such a refraction element (not shown to drawing 1). An alignment error is produced as a result with the phase contrast which is not meant in the selection alignment beam part which a detector 13 or 13' caught, the phase contrast of the symmetry axis of the alignment beam part which comes from a substrate alignment mark is not vertical to a mask plate, therefore when a fake echo arises in this plate, it generates. The alignment system which prepared such a refraction element is indicated by U.S. Pat. No. 5,481,362.

In addition to the global alignment marks P1 and P2 shown in drawing 1 used for taking the alignment of the whole substrate to a mask, the further alignment marks, such as one mark, may be prepared in a substrate for every IC area so that the alignment of the area which corresponds about a mask pattern for every IC area

may be taken. A mark can use the further alignment mark for measuring a revolution of the mask centering on the Z-axis so that it can have three or more alignment marks, for example, may amend etc.

In order to ask accuracy for X and Y location of the substrate table WT, known projection equipment is equipped with multiaxial interferometer systems. U.S. Pat. No. 4,251,160 described the biaxial system, and U.S. Pat. No. 4,737,283 has described 3 shaft system. Drawing 1 expresses such interferometer systems with elements 50, 51, 52, and 53 roughly, and shows only one, i.e., the X-axis, for a measurement shaft by a diagram. For example, the beam b4 emitted from the radiation source 50 of laser etc. is divided into the measurement beams b4 and m and the criteria beams b4 and r by the beam splitter 51. A measurement beam arrives at the reflective side face 54 of the substrate electrode holder WH, and the measurement beam reflected on this side face is combined with the criteria beam which quiescence reflectors, such as for example, a "cube of angle" reflector, reflected by the beam splitter. The reinforcement of the united beam can be measured with a detector 53, and the variation rate (in this case, the direction of X) of the substrate electrode holder WH can be obtained from the output signal of this detector, and can also establish the location of the flash of this electrode holder.

The signal of an interferometer expressed with one signal S53 for simplification as drawing 1 shows roughly, the signal S13 of an alignment system, and S13' are applied to the signal-processing units SPU, such as a microcomputer, and this is said signal.

It processes, the signal SAC of Actuator AC is controlled, and a substrate electrode holder is moved now in respect of XY through the substrate table WT.

It not only has X measurement shaft shown in drawing 1, but by the interferometer systems equipped also with the 3rd measurement shaft depending on Y measurement shaft and the case, it can determine the alignment marks P1 and P2 in the system of coordinates specified by quiescence interferometer systems, the location of M1 and M2, and its mutual distance between the initial alignment of the mask to a substrate, or global alignment. These interferometer systems can be used and it can also carry out as [move / table / in a predetermined distance and a predetermined direction / a substrate table carries out a step to accuracy dramatically, that is,]. After a mask pattern is picturized with one flash plate (or plurality) in the 1st IC area or a field, such a step is performed although subsequent IC field is arranged under a mask pattern and a projection lens system, therefore can also picturize a mask pattern to this field. These steps and image pick-up actuation are continued until it prepares a mask pattern image in all IC fields. The lithography equipment which operates by this approach is called a stepper.

On the other hand, since the electronic component required of per unit front face of IC field increases and IC field becomes large on the other hand, the requirements given to the resolution and the image field of a projection lens system are still severer. In order that some may solve these requirements that are technically contradictory, the activity of a step scanner is already proposed.

Although the same stepping actuation as a stepper is performed with such equipment, when picturizing a mask pattern to IC field, some small mask patterns are picturized by the low order field [/ field / IC]. The whole mask pattern can be picturized to IC field by picturizing the part which a mask pattern follows to the low order field to which IC field continues. Therefore, a mask pattern is illuminated with the projection beam which forms small lighting spots, such as a rectangle or a segment, in the location of a mask pattern, a substrate table moves about a projection lens system and a projection beam in a predetermined direction, i.e., a scanning direction, or a mask table is the same, it moves to an opposite direction and the rate of a substrate table is M times the mask table. M is a scale factor which picturizes a mask pattern. A mask and a substrate must be guaranteed that the flash of arbitration comes in a location exact to mutual, and this synchronizes actuation with a mask and a substrate with accuracy dramatically, that is, can be realized by always increasing the rate V_{sub} of a substrate M times of the rate VMA of a mask.

In order to check the condition of $V_{sub}=M \cdot VMA$, a step scanner is good to have not only substrate interferometer systems but the mask interferometer systems which can measure actuation and the location of a mask to accuracy. As for the measurement mirror of the system described at the end, fixing to a mask electrode holder is desirable. Mask interferometer systems are expressed as elements 60, 61, 62, 63, and 64 by drawing 1, and this has the same function as the elements 50, 51, 52, 53, and 54 of substrate interferometer systems. Although the signal of mask interferometer systems expects simplicity and is expressed by drawing 1 by one signal S63, the signal-processing unit SPU is provided with it, and it compares a signal with the signal with which substrate interferometer systems correspond here. Now, a mask and a substrate are mutually in a right location, or it moves simultaneously, or can check whether they are the both.

In order to check whether these conditions are satisfied, it is enough if there are three measurement shafts in

the interferometer systems of both a substrate and a mask. However, as for substrate interferometer systems, it is desirable to have five measurement shafts. the Europe patent application disclosure 0th -- it is indicated by 498 499 No. -- as -- X, Y, and psi -- Z and not only W but psiX, and W and psi -- the dip of the substrate consisting mainly of Y, W, i.e., the X-axis, and a Y-axis can also be measured. various operation gestalten of the interferometer unit which can constitute 5 shaft interferometer systems -- the Europe patent application disclosure 0th -- 498 499 No. is referred to. Since a mask can also measure the dip consisting mainly of X and a Y-axis, 5 shaft mask interferometer systems may be used. However, since the dip of the mask consisting mainly of the X-axis and a Y-axis is measured as a substituting method, it is possible to combine 3 shaft mask interferometer systems with other sensors, such as a capacitive sensor.

In order to enable it to illuminate a substrate at a projection station, the height of the Z direction of a substrate is first measured to a projection system, and a mask pattern must enable it to always picturize it vividly on a substrate before that depending on the case. With known projection equipment, optical focal error detection equipment is used for this height measurement, and this equipment is in a projection station and is fixed to a projection system. This detection equipment is indicated by U.S. Pat. No. 4,356,392.

Furthermore, the local dip of a substrate must be measured. For this reason, the focus and level equipment in a projection station are used for known equipment. Such equipment is indicated by U.S. Pat. No. 5,191,200. a focus and level equipment -- fixed association of a projection system -- it carries out. It is because the element of this equipment is arranged at the plate which forms some measurement frames with which the projection system is also being fixed. Thereby, association is established between the image side of a projection system, and the front face of a substrate electrode holder.

In order for a projection system to use a focus and level equipment so that it may have a design which has a given free activity distance, i.e., the distance between the element of the last of this system, and a substrate front face, a given tooth space is required. Furthermore, when measuring the substrate field located in the so-called edge of a marginal die, i.e., a substrate, while measuring in response to the assistance of a focus and level equipment, a problem may arise. Specific time amount is required to measure in a separate substrate field, and a projection station is not applicable to the actual lighting of a substrate in the meantime.

These problems measure the dip of Z location and a substrate field by the approach of being different, and if the greater part of this measurement is performed except a projection station, they can avoid it. Projection equipment is extensible with a Z measurement station and the 2nd, or the substrate electrode holder beyond it the same with having already proposed about the alignment of the substrate field to a mask pattern for this reason.

Drawing 2 shows roughly the mechanical element of such extended photolithography projection equipment equipped with two substrate electrode holders and one Z measurement station. This equipment is equipped with a frame 101, and if this is seen by the vertical Z direction, it will be continuously equipped with a pointing device 103, the mask electrode holder 107, and the lighting unit 108 that established the radiation source 109. A pointing device 103 is equipped with the 1st substrate electrode holder 111 and the 2nd same substrate electrode holder 113. The projection lens holder 105 is between a mask electrode holder and a substrate electrode holder. The substrate electrode holders 111 and 113 are equipped with the 1st and 2nd back faces 117 and 119, and this extends vertically to a Z direction and they can arrange the 1st substrate 120 and the 2nd substrate 121 on it, respectively. the 1st and 2nd substrate electrode holders 111 and 113 -- a pointing device 103 -- respectively -- the 1st variation rate -- a unit 123 and the 2nd variation rate -- a unit 125 -- a frame 101 -- receiving -- a Z direction -- receiving -- the 1st direction parallel to the vertical direction of X, a Z direction, and the direction of X -- vertical -- the [parallel to the direction of Y] -- it can move to 2 illegal school. The mask electrode holder 107 has the support front face 127 which extends vertically to a Z direction, and can arrange a mask 129 on it.

The substrate which must be illuminated is arranged in the magazine included in equipment. From this magazine, a substrate is continuously introduced into equipment by the transport station. Said magazine and transport station are not illustrated by drawing 2, but itself is known. A Z measurement station is roughly expressed by drawing 2 by the measurement unit 133 similarly fixed to the frame 101. In the situation of the equipment shown in drawing 2, the 1st substrate electrode holder 111 is in a projection station, and the 1st substrate 120 is emitted from a lighting unit 108, it is the radiation which focused by the projection system in an electrode holder 105, and is illuminated through a mask 129. Only the optical axis 131 of this projection system is shown. The 2nd substrate electrode holder is in a measurement station. The height and location of a substrate field are called for at this station, and are related with the height of the datum level on the 2nd substrate electrode holder 113 so that it may state below. After the lighting of a substrate 119 is

completed, the variation rate of the 1st substrate electrode holder 111 is carried out from a projection station by the pointing device at a measurement station. The 1st substrate 120 moves to said magazine from this station according to said transport station. Simultaneously, the 2nd substrate electrode holder moves to a projection station from a measurement station with a pointing device. Since the ideal height and location of a substrate field in a measurement station are already related with the height of the datum level of a substrate electrode holder, they measure only the height of the datum level of a substrate electrode holder, and amend this at a projection station if needed. This measurement and amendment are the comparatively simple process which can be performed promptly. At a measurement station, it is parallel to the lighting of the substrate at a projection station in time amount, and more difficult for the flash, and since the height of the substrate field which requires time amount, and measurement of a location are performed, the maximum time amount and a projection station can be used for the lighting itself so that many substrates can be illuminated per unit time amount.

the principle and advantage of photolithography equipment equipped with two substrate electrode holders and a table -- especially -- the Europe patent application disclosure 0th -- it is indicated by the epitome of the English-language edition of 687 957 No. and the Japanese patent application disclosure No. 183031 [57 to], and the operation gestalt of such equipment is also fastened and carried out there.

Drawing 3 shows roughly how to measure the height and location of a substrate field by this invention. In this drawing, the element corresponding to the element of drawing 2 is shown by the same reference number. The measurement station 133 in which the 2nd substrate electrode holder 113 accompanied by the 2nd substrate 121 is held at the flash shown in drawing is shown by the amount of [of drawing] right flank. The small part of the projection station in which the 1st substrate electrode holder 111 accompanied by the 1st substrate 120 is held is shown by the amount of [of drawing] left flank.

An arrow head 140 shows how a substrate is moved to projection equipment. The measurement station 133 can be equipped with the 1st height sensor which accepted roughly and was shown, and this can realize it by known various approaches. This height sensor is good by capacitive, the air type, or the optical height sensor. The operation gestalt of an optical height sensor is shown in drawing 4.

In this drawing, elements 190 are the radiation sources, such as diode laser which supplies the measurement beam b3. This beam passes a beam splitter 191, and with a reflecting prism 192, it reflects in the front face of a substrate 121, and it carries out incidence of the beam to a substrate at the very small include angle α . The beam reflected on the substrate front face is reflected in a retroreflector 194 by prism 193. A retroreflector reflects a beam inside, therefore this beam crosses again the same path as a beam b'3 through the reflector on prism 193, a substrate front face, and prism 192. A beam splitter 195 and a reflecting prism reflect a measurement beam in the radiosensitivity detection system 196. This system consists of for example, a location susceptibility detector or two separate detectors. It depends for the location of the radiation spot which a beam b'3 forms on this system on the height of the part on the front face of a substrate as for which a measurement beam carries out incidence. About comprehensive description of this optical height sensor, such a height sensor is called focal error detection equipment with reference to U.S. Pat. No. 4,356,392.

Although the height sensor suitable for especially measurement of the substrate equipped with the sensitization layer operates with the measurement beam which carries out incidence to a sensitization layer aslant, this beam is a type which has a large wavelength range.

With the broadband property of a measurement beam, interference which may be produced by the plural reflection of the layer of a substrate assembly and a sensitization layer is averaged mutually, and does not influence a height measurement signal. In order to gain a measurement signal exact enough, the path of a measurement beam incorporates the 2nd grid between the 1st grid, this substrate, and a detection system between the radiation source and a substrate. The 1st grid is picturized by the 2nd grid through an echo in a radiosensitivity layer, and the image of the 1st grid distinguishes extent which is in agreement with the 2nd grid in the height of a radiosensitivity layer. About comprehensive description of this height sensor, various operation gestalten of this height sensor called a focal detection system by this patent here are indicated with reference to U.S. Pat. No. 5,191,200.

The height sensor 150 measures only the small area of a substrate 121 at any flashes. For measurement of height, the substrate electrode holder 113 accompanied by a substrate 121 is moved in Z and the direction of Y under a height sensor, as arrow heads 152 and 153 show, therefore the local height of this substrate is measured on much points of a substrate. Thus, the gained measured value can be processed by the known approach so that height and a location ideal about each substrate field can be calculated. A measurement station is equipped with the 2nd height sensor 160, and this is not illustrated roughly, either and it measures

the height of the datum level 170 of a substrate electrode holder for it. Count activation of said of this measurement is carried out with it at height measurement and coincidence of a substrate. Next, the measured value of two height sensors can be associated mutually, and the height of the datum level 170 relevant to the corresponding ideal height and location of a substrate field can be calculated for every substrate field. The various operation gestalten of the 2nd height sensor are also possible. As for a height sensor, realizing as an interferometer is desirable, datum level is a beveling reflector of a substrate electrode holder, and this field functions as a Z measurement mirror of an interferometer so that it may explain below. This field is reflected in the Z reflector 175 arranged on the plate 174 which combined the interferometer measurement beam 165 with the height sensor 150. Z reflector reflects a measurement beam in an interferometer again, and forms the criteria for measuring the height of a substrate electrode holder.

A substrate 120 is illuminated at a projection station during height measurement with a substrate 121 and the substrate electrode holder 113. After performing this height measurement and lighting, the ejection from a projection station and a substrate 120 are picked out for the substrate electrode holder 111 from this electrode holder, a substrate is formed in an electrode holder, and then it arranges to the measurement station 150, and measures here. In the meantime, the substrate electrode holder 113 and a substrate are arranged from this station to ejection and a projection station. As arrow heads 162 and 163 show, a substrate electrode holder is moved in X and the direction of Y under the projection system 305, so that a mask pattern can be continuously projected on all substrate fields at this station. It must inspect, although the datum level 172 of a substrate electrode holder calculates at the measurement station 150 and is in the height relevant to the height of the corresponding substrate field first, since the substrate field is illuminated. Therefore, the 3rd height sensor 180 is formed in a projection station. The signal from this height sensor can be used and the height on the front face of support of a substrate electrode holder therefore the height of the corresponding substrate field, and a location can be amended. Therefore, this signal may be applied to Z actuator in a substrate electrode holder, for example.

In principle, the height sensor 180 is also realizable by various approaches. However, also as for this height sensor, it is desirable that it is Z interferometer. By the substrate support datum plane 174 which functions as a Z measurement mirror, it reflects in a reflector 186, this reflects a beam through the Z measurement mirror 172, and the measurement beam 185 of this interferometer is returned to an interferometer.

The Z reflector 186 is arranged on the plate 184 fixed to the projection system 305.

It is because the advantage of using Z interferometer as height meter of a substrate electrode holder measures X and Y location of a substrate and a substrate field, so this meter can be unified to X and Y interferometer systems which already exist in a projection station. special elements, such as a division mirror and Z detector, -- only -- **** -- not using it -- the Europe patent application disclosure 0th -- like the system indicated by 498 499 No., known interferometer systems can also supply a Z measurement beam at least in addition to X and Y measurement beam, and it can guarantee that this can be processed.

To a substrate, and separate measurement and the coincidence of the height of a substrate field, it is also possible to measure the location of a substrate required to perform Z measurement by this invention and a substrate field, and the height of this field is measured at that flash by using the compound XYZ interferometer systems which are similarly at a Z measurement station. At a projection station, compound interferometer systems can be used and the substrate field to be illuminated from now on can be carried to the bottom of a projection system, and it can secure so that it may arrange in right height. By compound interferometer systems, while is performed and XY measurement and the Z measurement of another side also have the effectiveness of important synergy. On the other hand, the height of this substrate and a substrate field, i.e., Z location, must be known, and X and Y location of this substrate and a substrate field must be known so that Z location of a substrate and a substrate field can be measured in a high precision, so that X and Y location of a substrate and a substrate field can be measured in a high precision. Since a compound interferometer supplies X and Y location, and the information about Z location further, it can perform the optimal and quick measurement.

The further big advantage of using compound interferometer systems for a measurement station and a projection station is being able to perform a part of procedure of taking the alignment of a substrate and a substrate field in X and the direction of Y also at a measurement station. In order to usually prepare an alignment mark in this substrate and mask in order to take the alignment of a substrate to a mask pattern, and to take the alignment of a separate substrate field, a separate alignment mark is prepared in each substrate field. Extent of alignment picturizes the alignment mark of a substrate, and the alignment mark of a mask to a mutual top, and distinguishes them whether an alignment mark is in agreement with the image and accuracy of an alignment mark of another side, and by detecting. since the variation rate of a substrate is

measured and the location of a substrate field is fixed to system of coordinates -- a location gaging system -- interferometer systems must be used preferably. The relation between the alignment mark of each substrate and the alignment mark of a substrate electrode holder is establishable by preparing one or more alignment marks also in a substrate electrode holder, and taking the alignment of the alignment mark of the substrate of a measurement station, and the alignment mark of a substrate electrode holder to the criteria alignment mark at a measurement station. What is necessary is just now, to take the alignment of the alignment mark of a substrate electrode holder to the alignment mark of a mask at a projection station. It is the very simple process which needs only a short time, and, as for this, time amount requires the direction of the alignment of the mark of a substrate field. Since the latter process is performed at a measurement station and time amount is parallel to the lighting of another substrate, time amount can be substantially saved also about alignment.

the XYZ interferometer systems used in order to perform a new approach, as already stated -- in principle -- the Europe patent application disclosure 0th -- although it can constitute as indicated by 498 499 No., the system indicated by it is subject [to extending with at least one measurement shaft with which a measurement beam is turned to a Z measurement mirror].

Like known, an interferometer is turned to the measurement mirror fixed to the object which must be measured, is turned not only to the measurement beam to be reflected from now on but to a quiescence criteria mirror, and also contains the criteria beam to be reflected from now on. the case of compound XYZ interferometer systems -- X and Y criteria mirror -- the Europe patent application disclosure 0th -- it can arrange to the interferometer unit which constitutes interferometer systems which were indicated by 498 499 No. The criteria mirror of a Z measurement beam can also be arranged to such a unit. However, as for Z criteria mirror, it is desirable to form in X or Y measurement mirror, as shown in drawing 5 .

In this drawing about the substrate interference system of a projection station, bz1 and r show Z criteria beam. Although this beam comes out of the interferometer unit 200, in addition to two X measurement shafts MAX1 and MAX2, this is equipped also with the Z measurement shaft MAX and 7, and this measurement shaft is brought as much as possible close to the top face of the substrate electrode holder WH, and is arranged. The Z measurement mirror 260 reflects the measurement shaft MAX and the Z measurement beam of 7 in the Z reflector 264, and this is arranged on the plate 263 fixed to the electrode holder LH of a projection system, and may form some larger metrology-frames than this. Z reflector reflects a Z measurement beam in the Z measurement mirror 260, and this reflects a measurement beam in the interferometer unit 200. This unit holds a detector separate [for Z measurement beams]. With other signals, the output signal of this detector can be processed and it can be made a Z measurement signal.

The Z measurement mirror 260 of drawing 5 is arranged at the include angle of 45 degrees to the field which XY side, i.e., X, and Y measurement beam spread. In principle, a Z measurement mirror may extend in a different acute angle to XY side. However, the include angle of 45 degrees is desirable. It is because a Z measurement beam passes along the same path as a round trip of the Z reflector 264 and width of face which is a Z measurement mirror is made as for it to min.

With this operation gestalt of the interferometer which a Z measurement beam is a location near the top face of a substrate electrode holder, therefore collides with a Z measurement mirror in the location near a substrate, the dip which may take place to a substrate can disregard the effect which it has on a Z measurement signal.

X measurement mirror is used as a criteria mirror of Z measurement, as shown in drawing 5 . The criteria beams bz1 and r reflected in this mirror will serve as Z position signal with the pure output signal of this detector, if this criteria beam is combined with a Z measurement beam on Z detector, including [therefore] not only the information on Z location but the information on X location. Therefore, optical differential is performed. Instead of using X measurement mirror as a criteria mirror of Z measurement, it is also possible to arrange the criteria mirror for Z measurement to the interferometer unit 200. Next, the signal which Z detector supplies

Z positional information of the signal is mixed with X positional information excluding the information on ** and pure Z location. In order to acquire pure Z position signal, it must remove from X positional information detector signal, therefore must lengthen from this signal. That is, electronic differential must be used. Especially, with lithography equipment, when a substrate electrode holder is moved with a high speed and large acceleration, and there is nothing if it is **** so that desirably, the rate at which the electronic circuitry relevant to interferometer systems can process a measurement signal may become a limit element. When using optical differential, there is such no constraint. It can use using optical differential, i.e., X, or Y measurement mirror as a criteria mirror of Z measurement with all the operation gestalten of XYZ

interferometer systems.

Interferometer systems may be realized by the approach that two Z measurement can be performed as drawing 5 is also illustrated.

Therefore, the side face 265 of the substrate electrode holder WH in the opposite hand of the 1st Z measurement mirror 260 is also beveled, and the 2nd Z measurement mirror is formed in this. This mirror cooperates with the Z measurement shaft MAX and the 2nd measurement beam prolonged along with 8. the 2nd Z measurement beam -- a measurement mirror -- the -- it reflects in the 2Z reflector 268, and this is arranged at the plate 263 bottom. The 2nd Z measurement beam is reflected in a measurement mirror by the Z reflector 268, and this reflects a measurement beam in the detector relevant to the measurement shaft MAXM8. An average of Z locations of a substrate can be distinguished by adding the signal supplied with the measurement shafts MAX7 and MAX8. Therefore, the value of Z location is acquired regardless of X location of a substrate electrode holder.

With the operation gestalt shown in drawing 5, the signal which shows the dip of the substrate to a Y-axis can also be acquired. This signal is proportional to the difference of the signal supplied with MAX7 and MAX, and 8 measurement shafts.

the radiation source special with the operation gestalt of drawing 5 -- having -- the -- the separate interferometer unit 280 which holds 2Z detector is required. Drawing 6 shows the operation gestalt of the interferometer systems for which a special interferometer unit is not required. this operation gestalt -- the measurement beam of MAX and 8 measurement shafts -- the -- it is supplied with the interferometer unit 200 equipped also with 2Z detector.

The measurement beam of MAX and 8 measurement shafts crosses the tooth space between a substrate and a projection lens, and reflects it in the Z measurement mirror 265 by the roof form reflector 270 which has two reflectors 271 and 272. A mirror 265 reflects a measurement beam in the Z reflector 268, this reflects a measurement beam in the measurement mirror 265, and this beam crosses the path of reverse to the detector unit 200 after that. Within this unit, a measurement beam can be received in the 2nd detector mentioned above.

The Z measurement mirrors 260 and 265 extend in the vertical direction to the field shown in the direction of Y, i.e., drawing 5, and drawing 6 covering the overall length of a substrate electrode holder. When lithography equipment is a step scanner, the direction of Y is a scanning direction, therefore can perform Z measurement over the whole scan length.

In principle, the width of face of a Z measurement mirror is equal to the diameter of the cross section of the Z measurement beam in the area of this mirror, or when this beam follows the path to Z reflector twice, it is more slightly [than this] large. That is, this width of face can be restricted, it keeps small and the front face of a Z measurement mirror can be set. Since the gross area is small, a measurement mirror can be actually manufactured in a desirable surface precision.

As drawing 6 shows, a predetermined distance is between main shaft AA' of the projection lens system PL, and the edge of the Z reflector 268. This distance is about 70mm. Since Z measurement can also be performed in extreme X location (a part for the rightmost part of a substrate is illustrated as drawing 7 shows) of the substrate electrode holder WH, the distance h between axial AA' and the measurement mirror 265 must be equal to the distance f in the location at least. It may mean that only a predetermined value makes the width of face of the substrate electrode holder in the direction of X increase for Z measurement, and there is if this is ****. [no] When also performing Z measurement through MAX and 7 measurement shafts in addition to the Z measurement through MAX and 8 measurement shafts, the width of face of a substrate electrode holder is good to make it increase the twice of this value. If the dimension of the direction of X becomes large since both a Z measurement mirror, Y, and Y measurement mirror can be arranged on the side face, and predetermined height is indispensable, the weight of an electrode holder will also increase a substrate electrode holder substantially. Therefore, as for a Z measurement mirror, it is desirable to arrange on the element of the rod type which has the side face which beveled, and non-switched connection of the element is carried out to a substrate electrode holder.

As for drawing 7, two Z measurement mirrors 293 and 294 show the rod form element 291 and the operation gestalt of the interferometer systems by which it has been arranged on 292. Here, width of face required for a measurement mirror is equal to the cross-section diameter of a measurement beam inside the boundary of this mirror, is more slightly [than it] large, therefore can restrict the dimension of the Z direction of a rod form element. The excessive weight applied to a substrate electrode holder so that it may be suitable for performing indicated Z measurement is restricted by this. As shown in drawing 7, two Z measurement mirrors are arranged at a part for the lower part of a substrate electrode holder. Consequently,

X measurement shaft relevant to the interferometer unit 200 can be arranged near the top face of a substrate electrode holder, and the danger of the Abbe error of these measurement shafts can be reduced.

Furthermore, the maximum part of the side face of a substrate electrode holder and the maximum tooth space between a projection system and a substrate electrode holder can be used for performing measurement other than the indicated measurement, and this invention's are unrelated.

Drawing 7 also shows the projection beam PB. In the case of step scanner lithography equipment, this beam is the area of a substrate, for example, it has the cross section of the form where a rectangle etc. is long, and that lengthwise direction is parallel to the direction of X. This beam is moved in the direction of Y on a substrate by moving a mask and a substrate in the direction of Y to a projection beam and a projection lens system, whenever it picturizes a mask pattern to a substrate field.

Applying in the name of these people, the 97203771.7th [Europe patent application] (PHQ 97.010) numbers of which before this patent application, or this and coincidence are notified publicly have described the various operation gestalten of the compound interferometer systems accompanied by a Z measurement shaft for applications other than implementation of the approach by this invention. The operation gestalt of these interferometer systems that have two or more X and/or Y measurement shafts can be used also for performing the approach by this invention. The interferometer systems which use not only at least one Z measurement shaft but other at least five X and Y measurement shafts are desirable. Not only the revolution consisting mainly of X, Y location, and the Z-axis but the dip of the substrate to the X-axis and a Y-axis is because it can measure now. Since this is included in this description by reference by referring to the patent application of precedence, it is not necessary to describe the structural detail of the operation gestalt of interferometer systems any more.

The path of the Z measurement beam which returns from Z reflector and a Z measurement mirror can incorporate the retroreflector which reflects this measurement beam in a Z measurement mirror and Z reflector again between this Z measurement mirror and the interferometer relevant to this beam.

Consequently, when the dip which may take place in the mirror which a measurement beam reflects in an excess on a Z measurement mirror and Z reflector, therefore is in the path of this measurement beam occurs, maintaining the direction of origin of a measurement beam is realized. Therefore, a jump of the beam in a Z measurement signal can be decreased substantially. The operation gestalt of the interferometer systems which have a retroreflector in the path of a Z measurement beam is indicated by the patent application of the precedence mentioned above.

Change of the parameter of perimeters, such as temperature, an atmospheric pressure, and humidity, may begin to play a certain role about a required precision by the compound interferometer systems of lithography equipment. These change changes the refractive index of the medium which the beam of an interferometer spreads. Such change may be produced also by the turbulent flow of a medium. In order to enable it to distinguish these change so that it can amend, the excessive measurement shaft which cooperates with a quiescence reflector in interferometer systems, i.e., a reference measurement shaft, may be established. The measurement beam of a reference axis crosses fixed geometric path length. However, optical path length is a product with the refractive index of the medium crossed with geometric path length, and is influenced by change of a refractive index. Therefore, this change also affects the difference of the path length which a criteria axonometry beam and the criteria beam relevant to it cross. This difference is measured by the excessive reference detector of the interferometer unit relevant to a reference measurement shaft. The output signal of this detector can be used and a turbulent flow or the information on fluctuation of the refractive index by change of a surrounding parameter can be acquired through other measurement shafts.

Fluctuation of a refractive index has greatly different wavelength, such as a twice as many difference as this, and can also measure it by two measurement beams which cross the same path within the medium which an interferometer beam spreads. Since it depends for the refractive index of a beam on the wavelength of the beam, even if the optical path length of these beams has the equal geometric path length of a beam, it differs, therefore these beams have phase contrast in a detector at arrival time. Since this phase contrast also changes when a refractive index is changed, the signal which shows fluctuation of a refractive index is acquired.

since a mask and a substrate receive mutually and are arranged certain extremely by the approach of high degree of accuracy during the lighting of IC area with the lithography equipment which has a rate of feed through with an expensive substrate -- a substrate electrode holder -- the force of the actuator of a mask electrode holder must prevent being transmitted to the interferometer structure-of-a-system element of a substrate electrode holder at the interferometer systems of a mask electrode holder in the case of a step

scanner by wearing. Therefore, the interferometer structure-of-a-system element except a measurement mirror can be arranged in the rigid frame with which the projection system is also being fixed, it is isolated dynamically and this frame is hung from other components of equipment. Now, fixed association of the component of an interferometer is carried out, without blocking a projection system. Said frame is hung in the condition that it is also called a metrology-frame, and is dynamically isolated from an oscillation of equipment, or the oscillation does not exist, and the location of the component of the interferometer which is there is not influenced any longer from external force, such as driving force of a substrate table and a mask table.

Drawing 8 shows roughly the step scan type optical lithography equipment which prepared the metrology-frame. Not only interferometer-systems ISW of a substrate but interferometer-systems ISM which measures X of a mask and Y variation rates has such equipment. Since these interferometer systems and the projection system PL are arranged at the metrology-frame MF, these systems of each other are fixed and the image of the mask pattern formed by the projection system is combined with interferometer systems.

Since the substrate electrode holder WH with which, as for the measurement mirrors 290 and 293 of substrate interferometer systems and the measurement mirror 297 of mask interferometer systems, the substrate and the mask are being fixed, and the mask electrode holder MH are each parts, direct measurement of the actuation of a substrate and a mask is carried out by these systems. Consequently, the image of these mask patterns operated and formed is not influenced by actuation of other components of equipments, such as an actuator which adjusts the mutual location of a substrate and a mask along with the Z-axis.

The actuator (only the X actuators XAw and XAr are illustrated with a stick by drawing 8) to which the variation rate of a mask and the substrate is made to carry out in X and the direction of Y forms the part of the actuator frame AF.

A metrology-frame is hung within the actuator limit with the dynamic insulation vessels SU1, SU2, SU3, and SU4 illustrated roughly, therefore this frame is dynamically isolated from the remainder of equipment. The mask substrate table MT and WT is arranged within the actuator limit. A substrate table has three Z actuators and two ZAw1 and ZAw2 are illustrated among those, and although Z location of a substrate adjusts Z location of a substrate by energizing equally to three actuators, it can realize dip of a substrate by energizing unequally to three actuators. If these actuation forms three Z actuators also in a mask table, a mask can also be realized by the same approach and two ZAr1 and ZAr2 are illustrated among those. It is fixed to a part for the lower part of a projection lens holder, and there is a plate 263 within the metrology-limit. As already stated, the reflexivity bottom 264 of this plate constitutes Z reflector of the Z measurement shaft of interferometer-systems ISW.

The structure of drawing 8 equipped with the metrology-frame and the actuator frame can be used also for the lithography equipment of the step type which performs Z measurement by this invention.

Such equipment does not contain mask interferometer systems.

Strict requirements must be added to a metrology-frame about rigidity and stability, and the ingredient of this frame must have a dramatically small coefficient of thermal expansion. However, this requirement can be eased if X of mask interferometer systems and the criteria mirror of Y measurement shaft are fixed to the electrode holder or the metrology-plate 263 of the projection lens system PL depending on substrate interferometer systems and the case. Interferometer systems and a projection lens system are combined optically, and mutual actuation does not influence measurement. Two criteria mirrors 298 and 299 show this function to drawing 8 roughly under a plate 263. It can show a criteria beam to these criteria mirrors through a reflector (not shown) from substrate interferometer systems. Also in mask interferometer systems, a criteria mirror may be fixed to the electrode holder of a projection lens system.

Depending on substrate interferometer systems and the case, X and Y criteria mirror of mask interferometer systems are fixable to the electrode holder of a projection lens system so that the same advantage may be acquired also with lithography projection equipment without a metrology-frame. Even if it prepares multiaxial interferometer systems, a criteria mirror is fixed to the electrode holder of a projection lens system, and the photolithography projection equipment without a Z measurement shaft is known for itself, and is indicated by PCTWO 97/No. 33205.

Drawing 9 is a general view of the interferometric measurement performed at a projection station and a measurement station in the predetermined operation gestalt of the lithography equipment suitable for performing the approach by this invention. this drawing -- X measurement mirror R1, R'1, Y measurement mirror R2, R'2, and the Z measurement mirror R -- 3 and 1R -- 3 and 2R -- '3, 1R' -- two substrate electrode holders 111 and 113 which have 3 and 2 are shown. The amount of cross section which cut off a part for the

core of drawing 9 in respect of XY, cross section which cut off a part for the upper part in respect of XZ, and left flank are the cross sections cut off in respect of YZ. Reference numbers 300 and 310 show the measurement area of a lighting station and an alignment station. Two alphabetic characters and one figure show each measurement shaft. The first alphabetic character shows the direction of the measurement performed with the corresponding measurement shaft (X, Y, or Z), a figure shows the number of the measurement shafts of this direction, and that the 2nd alphabetic character performs measurement shows an alignment station (M) and a lighting station (E). With the operation gestalt of drawing 9, in accordance with three measurement shafts, measurement is performed in both the direction of X, and the direction of Y, and two Z measurement is performed. The interferometer unit 330 is used for Y measurement of a projection station. Although the same reference number shows the interferometer unit with which a projection station and a measurement station correspond, the reference number of the interferometer unit of a measurement station attaches prime.

Since two substrate tables and a related electrode holder are moved to a projection station and its reverse from the measurement station of lithography equipment, two substrate tables are fixable to a common rotating type arm during this migration so that a substrate can be carried to a measurement station or a projection station through a common revolution. However, in order to perform migration between stations, driving separately is desirable [a substrate table] so that rectilinear motion may be carried out in respect of XY. Drawing 10 shows how the substrate electrode holders 111 and 113 and the table (not shown) of relation move to the projection station 300 and the measurement station 310 in this case. In this drawing, SIT1, SIT2, SIT3, and SIT4 show four different situations from the left to the right. In SIT1, the substrate which has the substrate electrode holder 111 in the projection station 300, and has it on this electrode holder is illuminated, the substrate electrode holder 113 is in the measurement station 310, and the substrate in this electrode holder is measured. In SIT2, the lighting process and the measurements process were completed and it has come out of the station where two substrate electrode holders correspond. In SIT3, two substrate electrode holders pass each other, the substrate electrode holder 111 is in the way to the measurement station 310, and the substrate electrode holder 113 is in the way to the projection station 300. In SIT4, it is located in the projection station 300, and after the substrate electrode holder 111 removes the 1st substrate and forms a new substrate, on the other hand, it is arranged at the measurement station 310 so that measurement can be performed with this substrate, so that the substrate electrode holder 113 can illuminate the substrate on this electrode holder.

The new approach of measuring the height and location of a substrate field has been described in relation to the photolithography equipment which manufactures IC structure. However, this approach can be used also for the photolithography equipment which manufactures other structures, such as structure of advice and the detection pattern of the structure of integrated optics or a planar optical system, and magnetic domain memory, or a liquid crystal display panel. Radiations other than luminous-radiation lines, such as an ion radiation, an electron emission line, or X point radiation, can be used for an approach, and it can use them for other lithography equipments which reduce a mask pattern, or are not reduced but are picturized on a substrate. Not only the image formed by the projection system but a contiguity image is sufficient as an image.

[Translation done.]

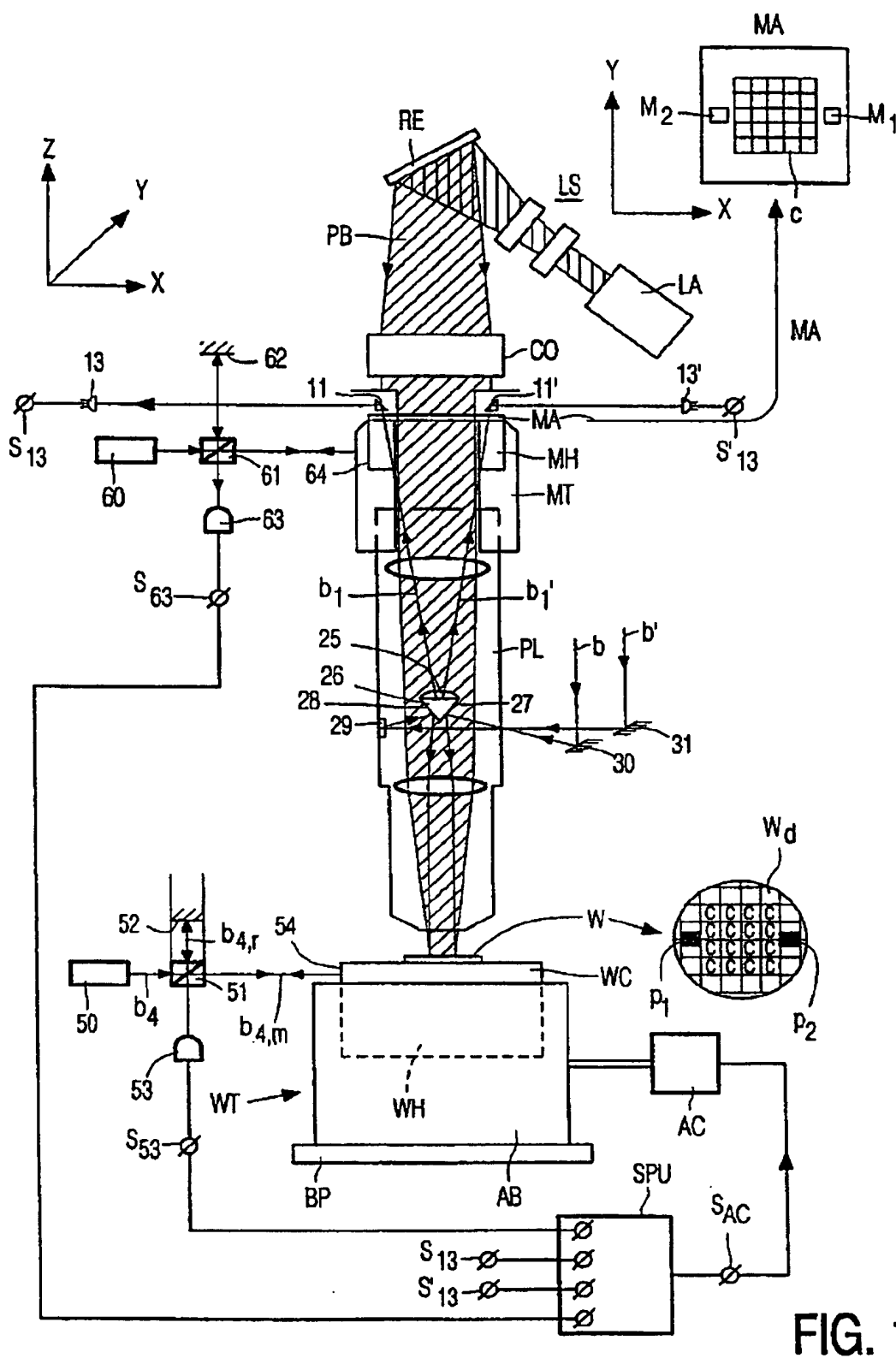
*** NOTICES ***

**JPO and NCIPi are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



[Drawing 2]

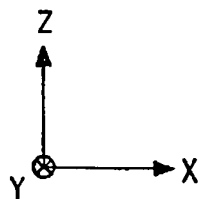
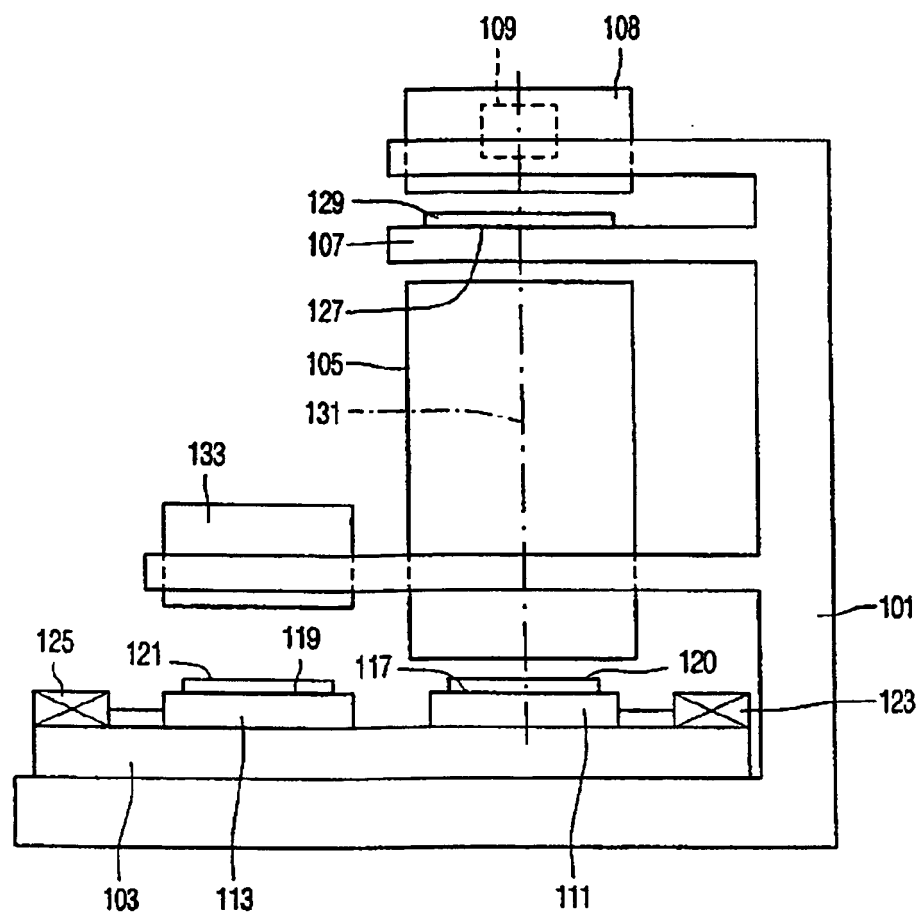
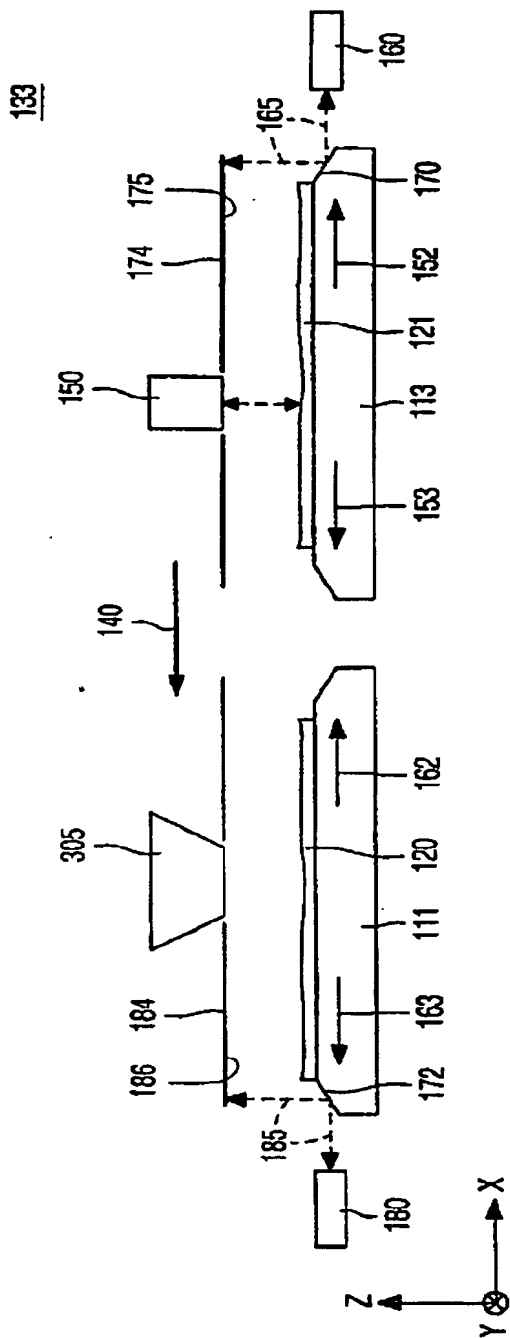


FIG. 2

[Drawing 3]



[Drawing 4]

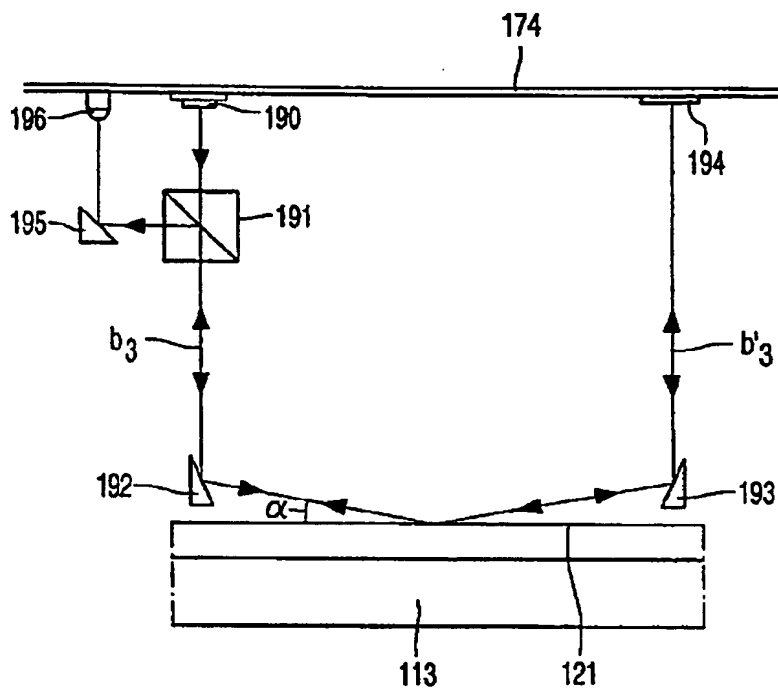


FIG. 4

[Drawing 5]

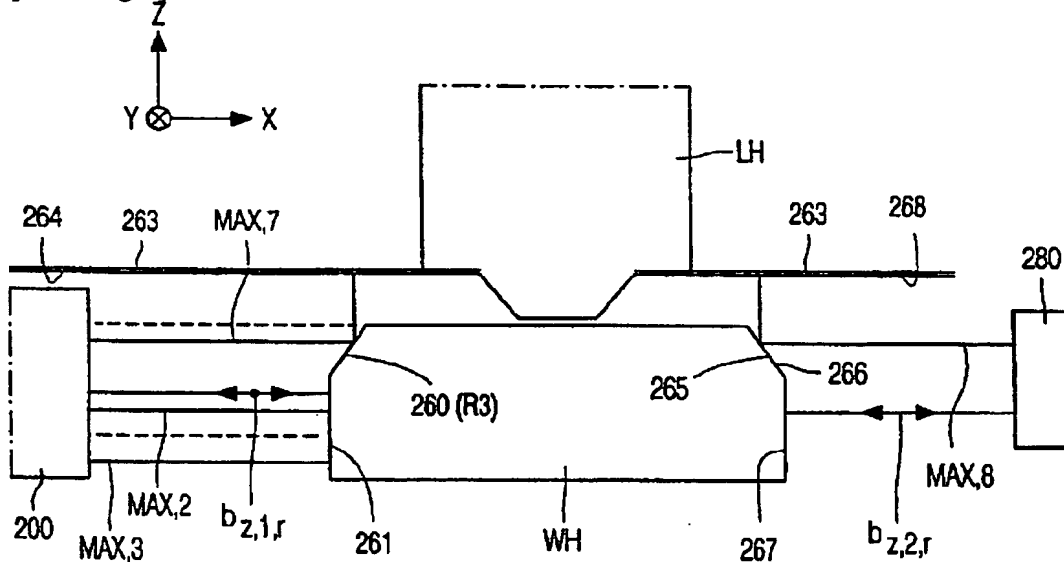


FIG. 5

[Drawing 6]

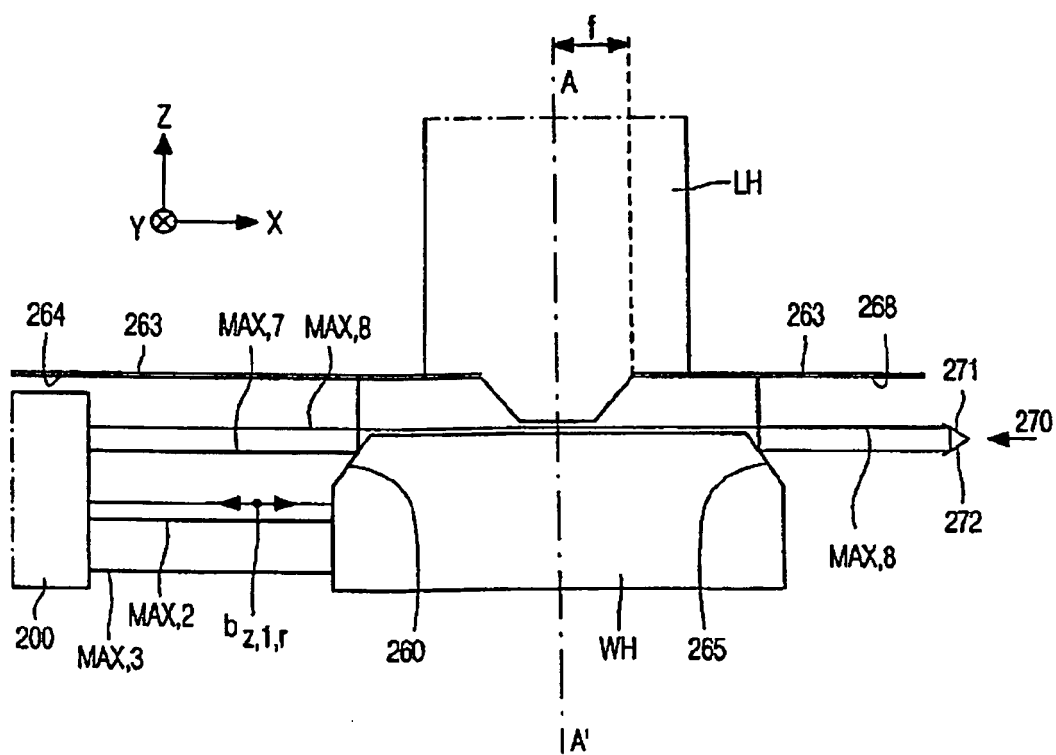


FIG. 6

[Drawing 7]

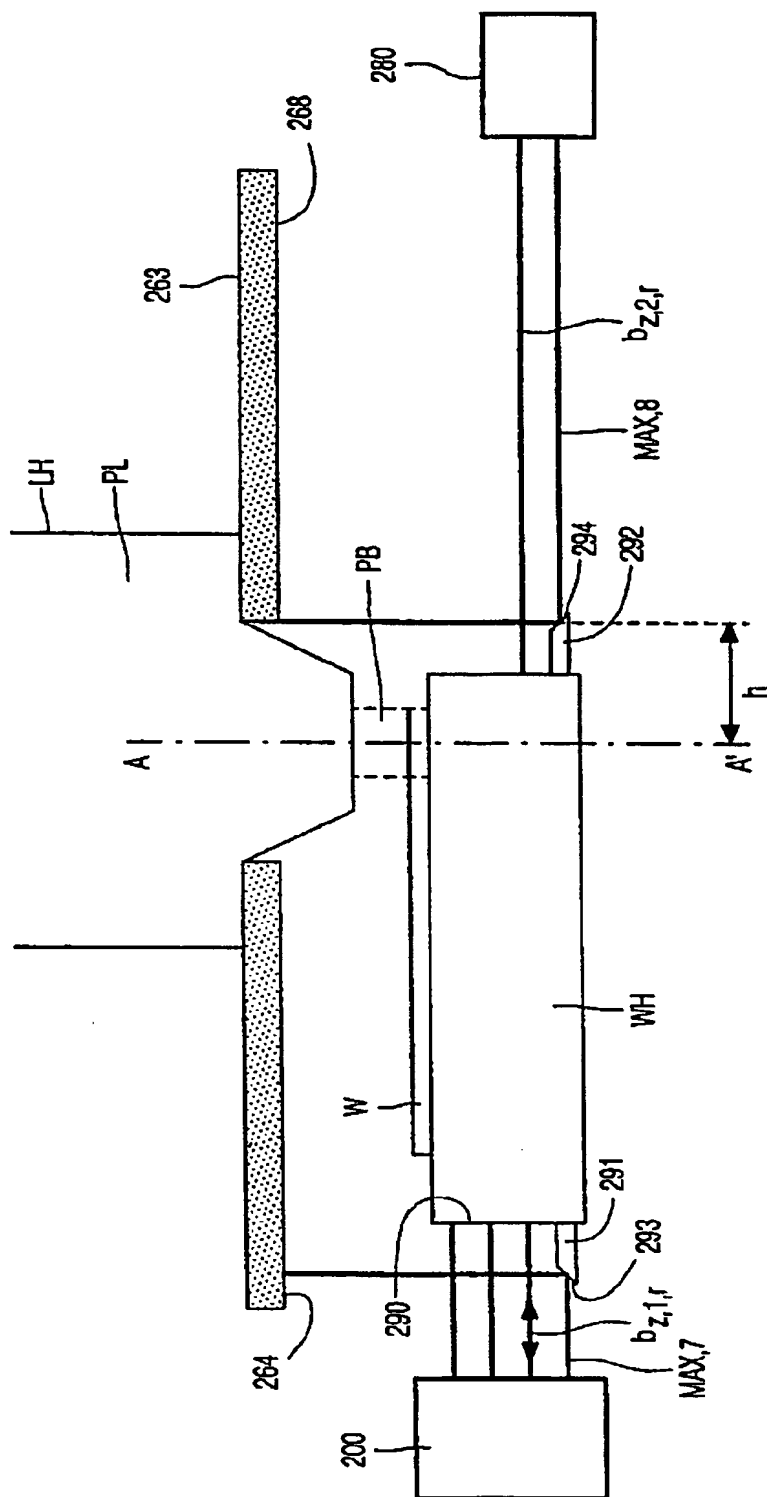


FIG. 7

[Drawing 8]

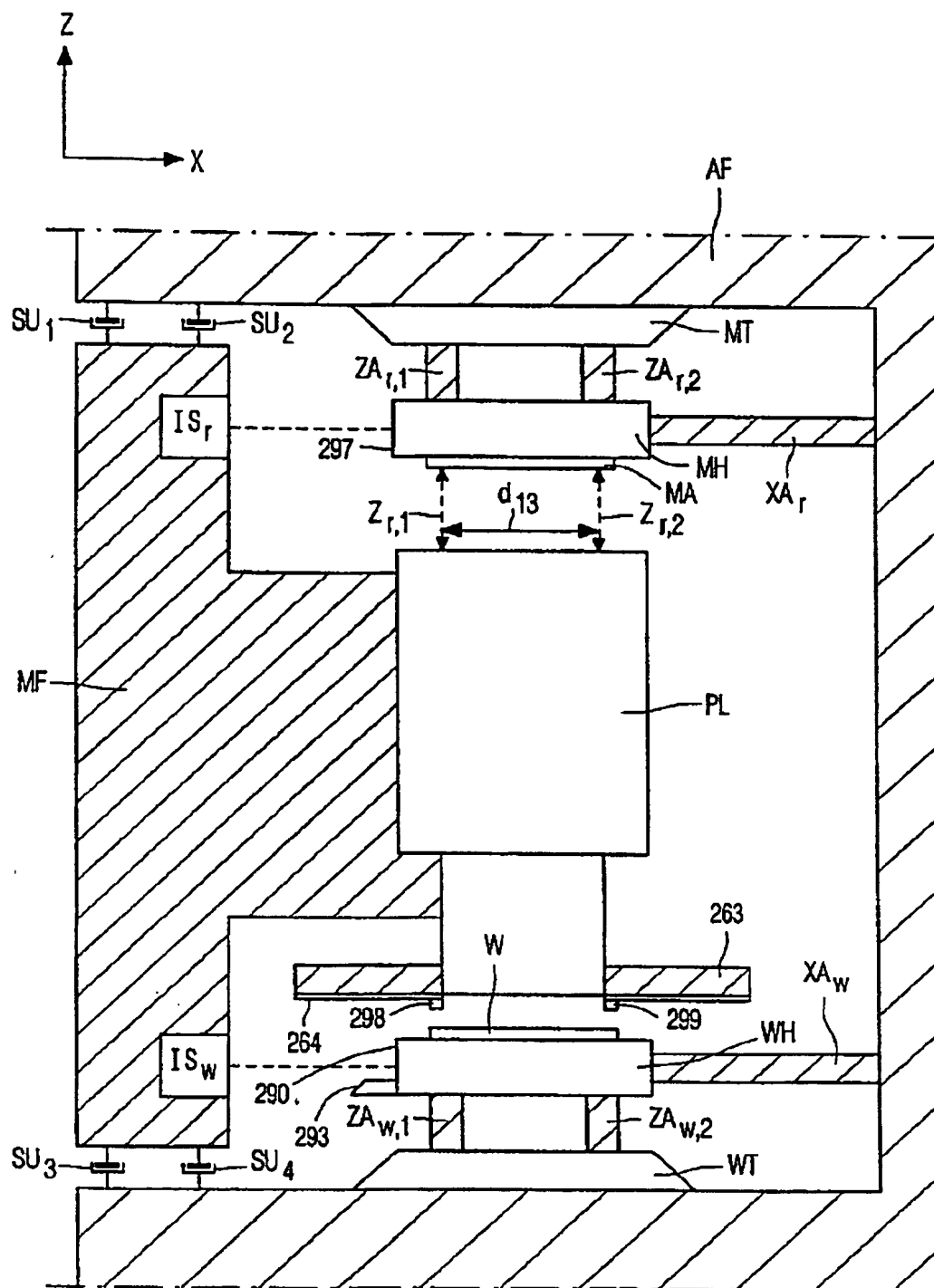


FIG. 8

[Drawing 9]

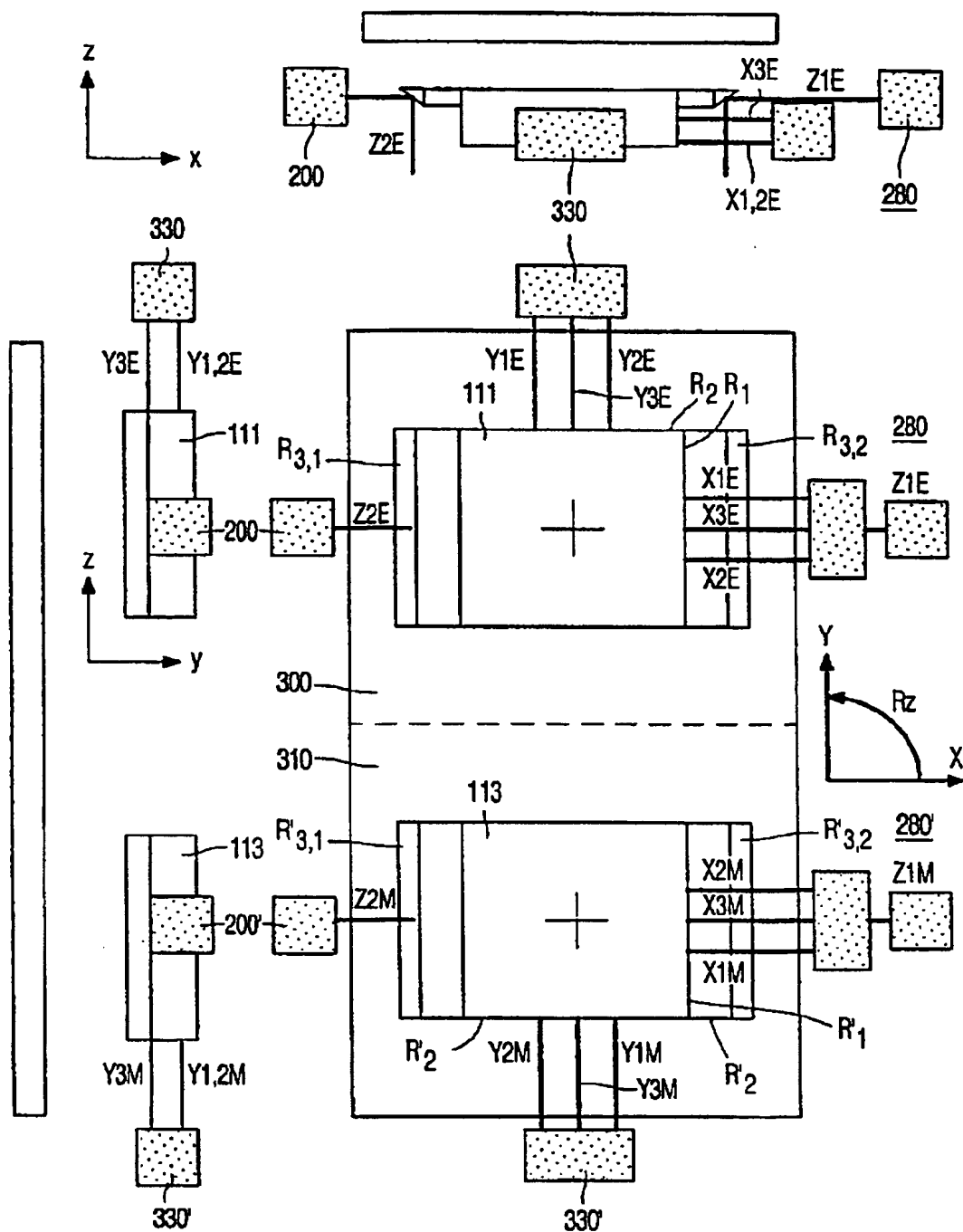
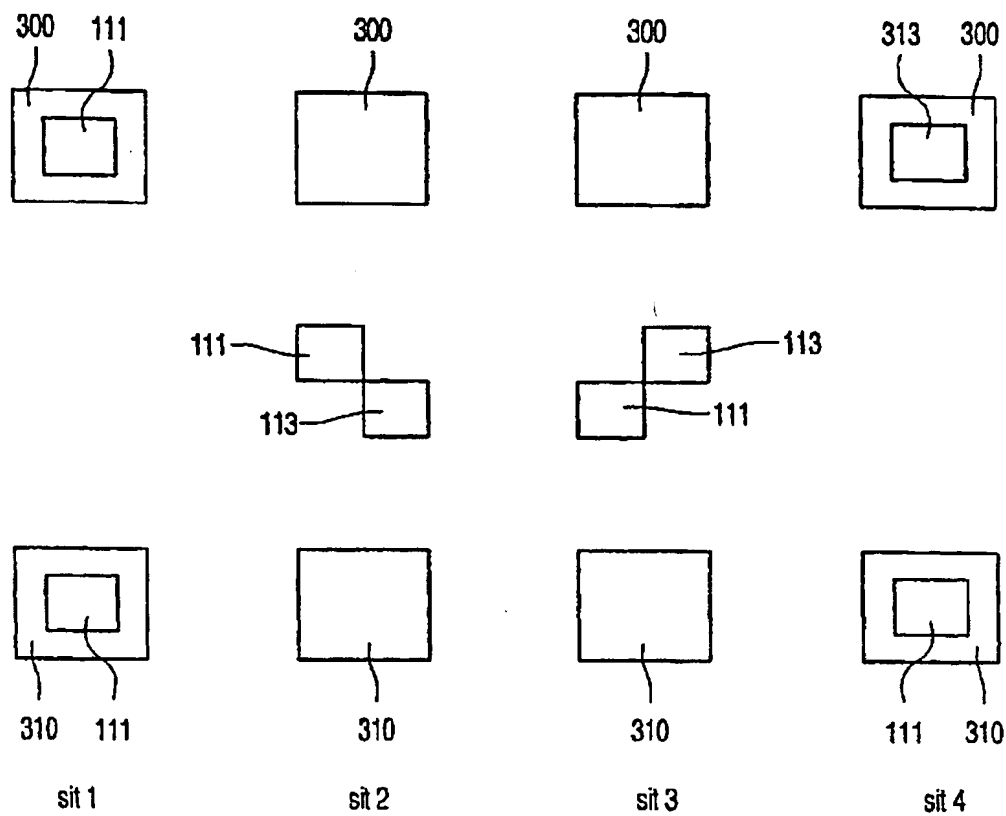


FIG. 9

[Drawing 10]

**FIG. 10**

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表2001-513267

(P2001-513267A)

(43)公表日 平成13年8月28日(2001.8.28)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

H 0 1 L 21/027

G 0 3 F 9/00

H

G 0 3 F 9/00

H 0 1 L 21/30

5 2 6 A

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 49 頁)

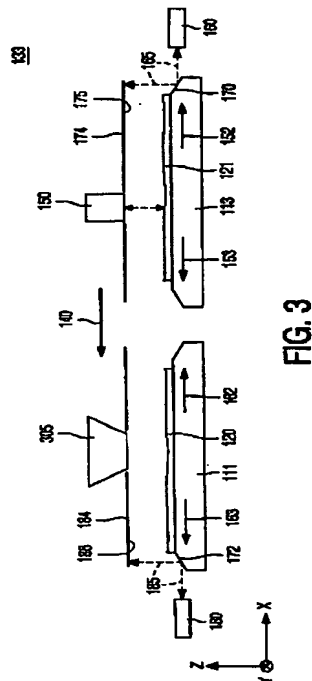
(21)出願番号 特願平11-533271
(86) (22)出願日 平成10年12月11日(1998.12.11)
(85)翻訳文提出日 平成11年8月20日(1999.8.20)
(86)国際出願番号 PCT/EP98/08090
(87)国際公開番号 WO99/32940
(87)国際公開日 平成11年7月1日(1999.7.1)
(31)優先権主張番号 97204054.7
(32)優先日 平成9年12月22日(1997.12.22)
(33)優先権主張国 ヨーロッパ特許庁 (EP)
(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), JP, KR

(71)出願人 エイエスエム リトグラフィー ベスロー
テン フェンノートシャップ
オランダ国フェルトホーフエン, デ ルン
1110
(72)発明者 ローブストラ, エリク, ロエロフ
オランダ国, ヘーゼ, アトラス 7
(74)代理人 弁理士 浅村 皓 (外3名)

(54)【発明の名称】 時間を節約する高さ測定を用いた、基板にマスク・パターンを繰り返し投影する方法および装置

(57)【要約】

リソグラフィ投影装置において、時間を節約する高さ測定法を用いる。投影ステーション105、108、111内でマスク129のパターンを第1基板120の領域に投影する間、第2基板121の領域の高さを測定ステーション133で測定する。測定ステーションでは、基板領域の高さおよび基板ホルダー113の高さを、それぞれ第1高さセンサー150および第2高さセンサー160によって測定し、基板領域の理想的高さに関連した基板ホルダーの高さを、各基板領域について求める。投影ステーションでは、第3高さセンサー180で基板ホルダー111の高さのみを制御する。第2および第3高さセンサーは、Z測定軸で拡張された複合XY干渉計システムの一部であることが好ましい。



【特許請求の範囲】

1. 投影ビームおよび投影システムによって、放射線感応層を設けた基板の複数の領域にマスク・パターンを投影する方法で、基板を伴う基板ホルダーを投影ビーム中および投影システムの下に導入する前に、

投影ビームの軸に平行の方向で高さを測定することと、

基板ホルダーの基準面の高さを測定することと、

基板領域の高さと基板ホルダーの基準面の高さとの関係を確認することと、

この関係をメモリに保存することによって、各基板領域について基板の表面輪郭を判別し、

基板を伴う基板ホルダーを、各基板領域の照明のために投影ビーム中に導入した後、基板ホルダーの基準面の高さを検査することにより、この領域の高さを調節する方法において、各基板領域の高さの測定にて、前記領域および第1高さセンサーを、投影ビームの軸に対して垂直の面で互いに対して移動させ、第2高さセンサーを、基板支持基準面の高さを測定するために使用し、該当する基板領域の理想的高さに関連する基板支持基準面の高さを、その後、計算して保存し、基板を投影ビーム中に導入した後、各基板領域のこの高さの値のみを第3高さセンサーで検査することを特徴とする方法。

2. 基板領域ごとに、この基板領域の高さおよび基板ホルダー基準面の高さを同時に測定することを特徴とする、請求項1に記載の方法。

3. 基板を伴う基板ホルダーを投影ビーム中に導入する前後両方、および基板ホルダー基準面の高さを測定する時に、X軸およびY軸に沿って基板の位置も測定し、X軸およびY軸は3軸直交座標系の軸であり、そのZ軸が投影ビームの軸に平行であることを特徴とする、請求項1または請求項2に記載の方法。

4. 基板を伴う基板ホルダーを投影ビーム中に導入する前に、各基板領域について、前記基板領域に関連するアラインメント・マークと基板ホルダー上の少なくとも1つの基準マークとの間の関係を求め、基板を伴う基板ホルダーを投影ビーム中に導入した後、照明する前に、前記関係を用いながら、マスク上の対応するマークに対して前記基準マークのアラインメントをとることにより、各基板領

域のアラインメントをとることを特徴とする、請求項3に記載の方法。

5. 請求項1、請求項2、請求項3または請求項4に記載の方法を用いる、リソグラフィ技術によって製造される製品。

6. マスク・パターンを基板ホルダー上に配置された基板の複数の領域に投影する投影ステーションと、各基板領域の高さおよび基板ホルダーの基準面の高さを測定する測定ステーションとを備える装置で、装置を通る基板の経路が、測定ステーションを介して投影ステーションへと延在する装置であって、測定ステーションが、それぞれ基板領域および基板ホルダー基準面の高さを測定する第1および第2高さセンサーを収容し、投影ステーションが、基板ホルダー基準面の高さを測定する第3高さセンサーを収容することを特徴とする、請求項1に記載の方法を実行するのに適したリソグラフィ投影装置。

7. 測定ステーションが、基板領域に関連したアラインメント・マークを撮像する要素を備える光学的アラインメント・システムと、アラインメント・システム内の基準マーク上の少なくとも1つの基板ホルダー・アラインメント・マークとを含むことを特徴とする、請求項6に記載のリソグラフィ投影装置。

8. 3つの高さセンサーが光学的高さセンサーであることを特徴とする、請求項6または請求項7に記載のリソグラフィ投影装置。

9. 第2および第3高さセンサーのうちの少なくとも1つが、基板のXおよびY変位および位置を測定する別個の複合XYZ干渉計システムの一部を形成して、幾つかのXおよびY測定軸を有し、その数が、少なくとも干渉計で求める基板の変位数に等しく、前記測定軸が、基板ホルダー上に配置されたXおよびY測定鏡と協力し、前記干渉計システムが、さらに、XY面に対して鋭角で基板ホルダー上に配置されたZ測定鏡と協力し、前記Z測定軸およびZ測定鏡が、Z反射体およびZ検出器とともに高さセンサーを構成することを特徴とする、請求項8に記載のリソグラフィ投影装置。

10. 干渉計システムのZ測定鏡が、XY面に対してほぼ45°の角度で基板ホルダー上に配置されることを特徴とする、請求項9に記載のリソグラフィ投影装置。

11. 干渉計システムのZ測定鏡が、XまたはY測定鏡の面取り部分で構成さ

れることを特徴とする、請求項9または請求項10に記載のリソグラフィ投影装置。

12. 干渉計システムのZ測定鏡が、XまたはY測定鏡も配置された基板ホルダーの側面に配置された面取り棒で構成され、前記棒が、Z方向に前記側面の小さい部分のみ、およびこれに垂直の方向で側面全体に延在することを特徴とする、請求項9または請求項10に記載のリソグラフィ投影装置。

13. 干渉計システムのZ測定鏡が、基板から遠い基板ホルダーの部分に配置されることを特徴とする、請求項12に記載のリソグラフィ投影装置。

14. Z測定ビームに関連した基準ビームの基準鏡が、Z測定鏡も配置された基板ホルダーの側面に配置されたXまたはY測定鏡で構成されることを特徴とする、請求項9から請求項13のいずれか一項に記載のリソグラフィ投影装置。

15. Z測定ビームの経路が、Z測定鏡で反射してZ検出器に向けられるZ測定ビームを、前記測定鏡でさらに反射させるために前記鏡に反射させる逆反射体を組み込むことを特徴とする、請求項9から請求項14のいずれか一項に記載のリソグラフィ投影装置。

16. Z測定軸に加えて、干渉計システムがさらに少なくとも5本の測定軸を備えることを特徴とする、請求項9から請求項15のいずれか一項に記載のリソグラフィ投影装置。

17. 干渉計システムが、波長の異なる2本の測定ビームが伝搬する測定軸を有する、請求項9から請求項16のいずれか一項に記載のリソグラフィ投影装置。

18. 測定鏡を除き、投影ステーションと干渉計ステーション、さらにZ反射体の構成要素が、投影ステーションも固定されている剛性の枠内に配置され、枠が装置の他の構成要素から動的に隔離されて吊り下げられることを特徴とする、請求項9から請求項17のいずれか一項に記載のリソグラフィ投影装置。

19. XおよびY測定ビームに関連する基準ビームの基準鏡が、投影システムのホルダー上に配置されることを特徴とする、請求項9から請求項18のいずれか一項に記載のリソグラフィ投影装置。

20. 基板を投影ビーム中に導入する前に、複数の基板領域の表面輪郭を求め

る際、連続的に検査した領域が互いに対して配置された順序によって規定された

特定のルートに従い、その後、基板を投影ビーム中および投影ステーションの下に導入する時、領域の照明中に同じルートを辿ることを特徴とする、請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

時間を節約する高さ測定を用いた、基板にマスク・パターンを
繰り返し投影する方法および装置

本発明は、投影ビームおよび投影システムによって、放射線感応層を設けた基板の複数の領域にマスク・パターンを投影する方法に関し、基板を伴う基板ホルダーを投影ビーム内および投影システムの下に導入する前に、基板の各領域について、

投影ビームの軸に平行な方向で高さを測定し、
基板ホルダーの基準面の高さを測定し、
基板領域の高さと基板ホルダーの基準面の高さとの関係確立し、
この関係をメモリに保存することにより、基板の表面輪郭を求め、
各基板領域を照明するために、基板を伴う基板ホルダーを投影ビームに導入した後、この領域の高さを、基板ホルダーの基準面の高さを検査することにより調節する方法に関する。

本発明はまた、この方法によって製造された製品、およびこの方法を実行するのに適したリソグラフィ投影装置に関する。

ＩＣを製造するこのタイプの方法および装置は、日本特許出願公開第61-196532号に記載されている。この特許出願は、ＩＣ製造プロセス中に、毎回異なるマスク・パターンでの連続的な照明間に、基板が熱処理を受けるので、基板の表面が変形することがあるという問題に言及している。基板表面のこのような変形のせいで、基板のＩＣ区域または領域は、マスク・パターンを様々な基板領域に撮像する投影レンズ・システムの焦点深度を越えてしまうことがあり、したがってもう画像を実現できない。したがって、各基板領域の高さ、つまり投影レンズ・システムの光軸に平行な軸に沿った位置を測定する必要がある。基板領域ごとに高さ測定を１カ所で実施すると、問題の基板領域の高低差は測定できず、基板領域全体が投影レンズ・システムの焦点深度内にあることを保証できない。

日本特許出願公開第61-196532号の目的は、基板領域表面全体が焦点深度内にあることを保証でき、この表面が照明するには悪すぎる、または全く使用しては

ならない品質を有しているか、確認できる方法を提供することである。この目的を実現するため、日本特許出願公開第61-196532号は、投影ビーム内および投影レンズ・システムの下に、したがって投影ステーション内に導入する前に、基板の領域の高さおよび場合によっては傾斜を測定することを提案する。

現在のリソグラフィ装置の重要なパラメータは、スループット、つまり装置が単位時間ごとに照明できる基板、したがってマスク・パターンの画像を設けた基板の数である。日本特許出願公開第61-196532号の公示の後、これら装置の新型が次々に作られている。これら新型の装置によって、より多くの電子部品を持つICを製造することができた。しかし、これは、マスク・パターンに対して基板領域の（投影システムの軸に対して垂直のXおよびY方向に）アラインメント（整合）をとり、その領域に焦点を維持する手順がさらに困難になり、さらに時間がかかることになる。このアラインメントの間、基板のアラインメント・マークをマスクのマーク上に撮像し、例えば米国特許第4,778,275号に記載されているアラインメント・システムばかりでなく、基板のXおよびY移動および基板領域の位置を座標系上で固定することができる干渉計システムも使用する。

重要な進展は、3つではなく少なくとも5つの測定軸を有する干渉計システムを使用することであった。このような干渉計システムを備えたリソグラフィ装置が、欧州特許出願公開第498 499号に記載されている。この干渉計システムでは、X軸およびY軸に沿った基板の変位ばかりでなく、X軸に対する傾斜およびY軸に対する傾斜も非常に正確に測定することができる。その結果、基板領域ごとに別個のアラインメントを実行することなく、各基板領域をマスク・パターンに対して十分な精度で位置決めすることができる。したがって、基板の照明に必要な時間を大幅に短縮することができる。

日本特許出願公開第61-196532号では、基板領域の高さと傾斜とを測定するために、別個の測定ステーションを使用する。複数の基板ホルダーを使用するため、第1基板の照明と第2基板の測定とを同時に実行することができ、したがって既知の装置と同じスループットを達成できることも注目される。その理由は、基板領域ごとに様々な余分の測定ステップを実行するので、装置が基板を1つずつ処

理する、つまり最初に第1基板を連続的に測定して照明し、その後、第2基板を連続的に測定して照明し、以下同様とすると、基板全体を照明するのに必要な時間が長すぎてしまうからである。しかし、少なくとも5つの測定軸を有する干渉計システムを設けた設備により、日本特許出願公開第61-196532号で言及された問題および解決策はなくなり、別個の測定ステーションおよび平行時間の測定および照明がなくても、目的とした精度も達成することができる。

新規のリソグラフィ装置、およびさらに小さい細部を撮像しなければならず、基板領域のさらに高度の位置決め精度が望ましい、現在開発中のリソグラフィ装置では、5つ以上の測定軸を有する干渉計システムを使用しても、基板領域ごとにアラインメントをとり、焦点および傾斜の補正を実行することが必要である。

例えば欧州特許出願公開第0 687 957号および日本特許出願公開第57-183031号の英語版要約書で、少なくとも2つの基板ホルダーおよび別個のアラインメント・ステーションを有するリソグラフィ投影装置を設けることが、既に提案されている。このステーションでは、基板を投影ステーションに導入する前に、これを配置する基板ホルダーに対してアラインメントをとる。2つの基板ホルダーを使用し、これはアラインメント・ステーションと投影ステーションの間を移動することができるので、投影ステーションで第1基板を照明している間に、アラインメント・ステーションの基板支持部に対して第2基板のアラインメントをとることができ、投影ステーションでのアラインメントに必要な時間を最小限に抑えることができる。

日本特許出願公開第61-196532号に記載された高さ測定ステーションでは、基板領域と基板ホルダーの基準面両方の高さを測定するため、例えば3つの空気センサーで構成される複数の同じ高さセンサーを使用する。さらに、基板領域の表面の形状を測定するため、シャーリング干渉計システムを設ける。この測定装置を選択した結果、測定手順は比較的多くの段階を含むことになる。

第1に、基板領域の傾斜を計算できるよう、3つの空気センサーによって基板領域の高さを、この領域の3つの異なる位置で測定する。この傾斜を「仮基礎面」と呼ぶ。その後、高さ測定ステーションにある垂直アクチュエータによって、仮基礎面が干渉計の基準面に平行になるよう確保する。次に、基板表面の空気セ

ンサーを基板ホルダーの基準面に移動させる。その後、干渉計で基板領域を測定し、その間に基板領域表面の形状を、干渉計システムに形成した干渉パターンから計算する。この処置の間、基板は垂直アクチュエータによってわずかな距離だけ垂直に移動しなければならない。その後、基板支持部基準面の高さを、3つの空気センサーで測定する。最後に、この高さとは基準面との相関を求める。このようにして獲得した情報を投影ステーションに送信し、ここで、該当する基板が到着したら、基板領域の高さを調整するために使用し、投影ステーションにある3つのセンサーでは、基板の基準面の高さしか測定しない。

日本特許出願公開第61-196532号に記載されたものとは異なる概念に基づき、これより単純な、冒頭のパラグラフに記載したタイプの方法を提供することが、本発明の目的である。本発明による方法は、各基板領域の高さの測定において、前記領域および第1高さセンサーを、投影ビームの軸に垂直な面で互いに対して移動させ、基板支持部の基準面の高さを測定するために第2高さセンサーを使用し、該当する基板領域の理想的高さに関連する基板支持部基準面の高さを、その後計算して保存し、基板を投影ビームに導入した後は、各基板領域のこの高さの値のみを、第3高さセンサーで検査することを特徴とする。

投影ビームの軸は、投影放射線の対称軸を意味するものと理解される。この放射線は、丸い断面または環状断面または円形区画の形態の断面を有する1本のビームで構成してよい。あるいは、投影放射線は、例えば4つの象限に配置され、その対象について投影装置の解像力を向上させた4本のサブ・ビームで構成してよい。ここで、対称軸は、4つの象限の中心を通る軸である。マスク面の区域で円形の区画の形態の断面を有する投影ビームを、ステップ走査器に使用する。後者の場合、対称軸は、円の曲率中心を通る軸である。

本発明は、基板領域の測定に1つの高さセンサーを使用し、この領域および高さセンサーを互いに対して測定方向に垂直な面で移動させ、高さセンサーが毎回、基板領域の小さい部分しか測定しないことにより、基板領域の高さおよび輪郭は、日本特許出願公開第61-196532号に記載された方法と比較して、非常に単純な方法で、より短い時間で測定できるという認識に基づくものである。さらに、基板支持部の基準面の測定に第2高さセンサーを使用するので、第1高さセンサ

一を

基板領域から基準面へ、およびその逆へと変位させる必要がなく、これは測定装置の安定性を高め、測定を向上させる。

本発明による方法は、さらに、基板領域ごとに、この基板領域の高さおよび基板ホルダー基準面の高さを同時に測定できることを特徴とすることが好ましい。

これは、測定時間が短くなるよう、測定ステーションに2つの高さセンサーを使用することによって、可能になる。

方法の好ましい実施形態は、さらに、基板を備えた基板ホルダーを投影ビーム内に導入する前後、および基板ホルダーの基準面の高さを測定する時に、X軸およびY軸に沿って基板の位置も測定し、X軸およびY軸は座標の3軸直交系の軸であり、Z軸が投影ビームの軸に平行であることを特徴とする。

上述した干渉計システムで実行できるXおよびY測定により、基板領域の位置が、この領域の高さと同時に干渉計システムで決定した座標系で測定される。この測定の結果は、投影ステーションで、特に基板領域の特定に使用することができる。さらに、Z軸の測定をXおよびY軸測定と組み合わせると、これらの測定の信頼性および精度が向上する。

各基板領域のXおよびY位置が、測定ステーションと投影ステーションとの両方で決定されたので、基板を投影ビーム中に導入する前に、リソグラフィ技術に必要なアラインメント手順の一部を実行することができる。これが当てはまる方法の実施形態は、基板を伴う基板ホルダーを投影ビーム中に導入する前に、前記基板領域に関連するアラインメント・マークと、基板ホルダー上の少なくとも1つの基準マークとの間の関係を基板領域ごとに求め、基板を伴う基板ホルダーを投影ビーム中に導入した後は、照明する前に、前記関係を利用し、前記基準マークをマスク上の対応するマークについてアラインメントをとることにより、各基板領域のアラインメントをとることを特徴とする。

したがって、第1基板を照明中に、第2基板ではアラインメント手順の最も時間がかかる部分を実行することができ、したがってアラインメントに必要な時間を大幅に短縮することができる。アラインメントに必要なXおよびY位置の測定

は、基板領域の高さ測定のために、既に実行されているということを利用する。
基板を投影ビーム中に導入する前に、アラインメント手順の一部を実行すること

の原理および利点が、欧州特許出願公開第0 687 957号および日本特許出願公開
第57-183031号の英語版要約書に記載されている。

本発明による方法の特に有利な実施形態は、基板を投影ビームに導入する前に
複数の基板領域の表面輪郭を求める際に、連続的に検査した領域が互いに対して
配置された順序によって規定されたような特定のルートに従い、その後に基板を
投影ビーム中および投影システムの下に導入する時に、領域の照明中に同じルー
トを辿ることを特徴とする。これは、基板上の領域の測定位置（表面の輪郭を求
めた場所）と露光位置（照明する位置）との間のデータのマッチングを非常に単
純化する。このような実施形態は、測定ステーションと露光ステーションとで同
じルートを辿るが、同じ順序を辿ることが確かに許容されるものの、それに限定
されるものでないことを明記しておかねばならない。

新規の方法を用いることにより、基板領域のマスク・パターンの鮮明なイメー
ジが得られ、したがって、ICなどのこの方法で製造される製品は、本発明がこ
の製品にも実現されるように、非常に良好に規定された構造を有する。

本発明は、本発明による方法を実行するのに適したリソグラフィ投影装置にも
関する。この装置は、基板ホルダー上に配置された基板の複数の領域にマスク・
パターンを投影する投影ステーションと、各基板領域の高さおよび基板ホルダー
の基準面の高さを測定する測定ステーションとを備え、ここで、装置を通る基板
の経路が測定ステーションを介して投影ステーションまで延在し、装置が、測定
ステーションが、それぞれ基板領域および基板ホルダー基準面の高さを測定する
第1および第2高さセンサーを収容し、投影ステーションが基板ホルダー基準面
の高さを測定する第3高さセンサーを収容することを特徴とする。

本発明の装置は、最後に述べた装置が高さセンサーを1つしか収容しない点で
、日本特許出願公開第61-196532号による装置とは異なる。

新規の装置では、容量性または空気式メータなど、種々のタイプの高さセンサ
ーを使用することができる。さらに、高さセンサーは相互に異なるタイプでもよ

い。しかし、3つの高さセンサーは光学的高さセンサーであることが好ましい。

光学的高さセンサーは使用において融通性があり、装置に必要な特別な措置が少なく、非常に正確で信頼性が高い。

投影装置の好ましい実施形態は、XおよびY変位および基板の位置を測定するため、第2および第3高さセンサーのうち少なくとも1つが、別個の複合XYZ干渉計システムの一部を形成し、幾つかのXおよびY測定軸を有し、その数が、少なくとも干渉計で求められる基板の変位数と等しく、前記測定軸が、基板ホルダー上に配置されたXおよびY測定鏡と協力し、前記干渉計システムが、さらに、XY面に対して鋭角で基板ホルダー上に配置されたZ測定鏡と協力するZ測定軸を有し、前記Z測定軸およびZ測定鏡が、Z反射体およびZ検出器とともに高さセンサーを構成することを特徴とする。

安定性および精度に関しては、Z測定軸とともに延在するXY干渉計システムは、リソグラフィ装置の高さセンサーとして使用するのに非常に適している。これで、比較的少なく単純な手段で高さの測定を実現することができる。つまり干渉計システムの特別なビーム分割器および特別なZ検出器、および基板ホルダー上の特別な測定鏡である。さらに、高さセンサーを設けるため、投影システムと基板との間にスペースをとっておく必要がない。次に、基板の高さを、投影システムに接続されたZ反射体に対して求める。

既に述べたように、アラインメント手順の一部も、測定ステーションの高さ測定に加えて行えば、非常に有利である。この機能を提供する装置は、測定ステーションが、基板領域に関連したアラインメント・マークを撮像する要素を備えた光アラインメント・システムと、アラインメント・システム内の基準マーク上にある少なくとも1つの基板ホルダー・アラインメント・マークを含むことを特徴とする。

基板テーブル上で基板のアラインメントをとるのに使用するだけの測定ステーションのアラインメント・システムが、上述の日本特許出願公開第57-183031号に記載されている。

装置の好ましい実施形態は、干渉計システムのZ測定鏡が、XY面に対してほ

ば45°の角度で基板ホルダー上に配置されることを特徴とする。

Z反射体がXY面に平行な場合、Z測定鏡は最小の幅を有することができる。というのは、Z測定ビームはZ反射体への出入りに同じ経路を横断するからである。

装置は、さらに、干渉計システムのZ測定鏡が、XまたはY測定鏡の面取り部分で構成されることを特徴としてもよい。

次に、この目的に適した基板ホルダーの側面を、直線部分と、直線部分に対して好ましくは45°の角度の面取り部分とに分割し、両方の部分は反射性である。

装置の好ましい実施形態は、干渉計システムのZ測定鏡が、基板ホルダーの側面に配置された面取りバーで構成されて、その側にはXまたはY測定鏡も配置され、前記バーは前記側面の小さい部分のみZ方向に延在し、それに対して垂直の方向では側面全体に延在することを特徴とする。

Z反射体は、投影システムのホルダーに当てて配置されているので、この反射体の一方端とリソグラフィ装置の投影システムの軸との間に、例えば約70mmの距離が与えられる。基板ホルダーの極端なX位置でも、Z測定鏡が反射した測定ビームがZ反射体に到達できるよう、投影システムの軸とZ測定鏡の中心との間の距離は、この極端な位置の前記距離と最小限で等しくなければならない。つまり、Z測定のために基板ホルダーを拡大しなければならない。このホルダーには所与の高さが必要であり、Z測定鏡を設ける側面にはXまたはY測定鏡も設けなければならないので、Z測定鏡のために基板ホルダーを拡大すると、その重量が大幅に増加することになる。Z測定鏡を、基板ホルダーに固定接続された薄いバーに設けることにより、このホルダーの重量を制限しておくことができる。

リソグラフィ装置のさらなる特有の特徴によると、Z測定鏡は、基板から遠い基板ホルダーの部分に配置することが好ましい。

Z測定鏡をホルダーの下側に、XまたはY測定鏡をその上に配置することにより、XおよびY方向の動的アッベ(Abbé)誤差の危険性を低下させることができる。さらに、基板ホルダーの該当する側面の最大部分、およびZ測定鏡と投

影システムとの間の最大スペースが、他の測定に適している。

Z測定ビームに関連する基準ビームの別個の基準鏡を、干渉計システムに配置してもよい。次に、Z測定ビームおよびZ基準ビームを受けるZ検出器は、Z測定鏡が基板ホルダーのX測定鏡と同じ側面に配置されていれば、Z位置に関する情報をX位置に関する情報と混合した信号を、Z測定鏡がY測定鏡と同じ側面に配置されていれば、Y位置に関する情報と混合した信号を供給する。次に、X位

置信号またはY位置信号との電子的微分を、まだこの信号で実行しなければならない。つまり、この信号をX位置またはY位置の信号と組み合わせて、純粋なZ位置を獲得しなければならない。

しかし、装置は、さらに、Z測定ビームに関連する基準ビームの基準鏡を、Z測定鏡も配置された基板ホルダーの側面に配置されたXまたはY測定鏡で構成することも特徴とすることが好ましい。

次に光学的微分を実行し、Z検出器の出力信号は純粋なZ位置情報を含む。電子的部分を実行する必要はない。光学的微分は、干渉計システムに関連する電子回路の処理速度にもう依存しなくてもよいという利点を有する。

X測定軸については、測定ビームとそれに関連する基準ビームとがそれぞれ測定鏡および基準鏡で反射した後、このビームがZ検出器の面で形成する放射線スポットが可能な限り満足できるよう一致するよう、ビーム分割器がそれらを組み合わせなければならない。これで、この検出器によって供給される信号は、最大振幅を有する。しかし、これらのビームに関連する測定鏡の望ましくない傾斜のため、この放射線スポットが検出器に対して偏ることがあり、したがってこれらのビームの方向が変化する。この現象は「ビームの飛び」として知られる。Z測定ビームは、Z反射体ばかりでなくZ測定鏡でも反射するので、Z測定ビームのビームの飛びは、Z基準ビームの飛びより大きい。上述した光学的微分法を用いると、つまりZ基準ビームをXまたはY測定鏡に送ると、ビームの飛びを減少させることができる。実際、ビームの飛びは、両方のビームで同じ方向に変化する。したがって、光学的微分法は第2の利点を提供する。

ビームの飛びをさらに減少させるため、装置は、さらに、Z測定ビームの経路

が、測定鏡で反射して検出器に向かうZ測定ビームを、前記測定鏡でさらに反射させるために、前記鏡へと反射させる逆反射体を組み込むことを特徴とすることが好ましい。

このようにZ測定ビームが測定鏡上で特別に反射するので、このビームの経路にある鏡の傾斜に関係なく、測定ビームの元の方向が維持される。

干渉計システムのXおよびY測定軸の数は、装置の他の測定システムの有無に応じて、異なってもよい。しかし、X測定軸に加えて、干渉計システムはさらに

少なくとも5本の測定軸を含むことが好ましい。

このシステムでは、最高測定精度の利点を、特別な測定機能、つまりZ測定と組み合わせる。

干渉計の測定を、測定ビームが伝搬する媒体の屈折率の変化に依存しないようにするため、干渉計システムは、さらに、システムが、異なる波長の2本の測定ビームが伝搬する測定軸を有することを特徴としてよい。

波長が異なる2本のビームで同じ距離を測定し、媒体の屈折率はこの測定ビームの波長に依存するので、起こりうる屈折率の変化を測定することができ、干渉計システムの測定結果をそれで補正することができる。前記測定軸は、別個の基準測定軸または他の測定軸の1つでよい。

リソグラフィ装置は、さらに、測定鏡を除き、投影ステーション・干渉計システムの構成要素、さらにZ反射体を、投影システムも固定されている剛性の枠に配置し、枠が装置の他の構成要素から動的に隔離されて吊り下げられることを特徴とすることが好ましい。

この測定は、所望の測定精度を実現するのに大いに寄与する。干渉計ユニットは、投影システムを妨害することなく、固定結合される。計測学用枠とも呼ばれる前記枠が、装置に動的に隔離されるか、振動のない状態で吊り下げられるので、この装置にある干渉計ユニットの位置は、基板ホルダーが一部を形成している基板テーブル、およびマスク・ホルダーが一部を形成しているマスク・テーブルの駆動力などの外力の影響をもはや受けない。

装置は、さらに、XおよびY測定ビームに関連する基準ビームの基準鏡が、投

影システムのホルダー上に配置されることを特徴としてもよい。

これで、基板のXおよびY位置は、もはや干渉計要素に関しては測定されず、投影システムに関して測定される。次に、計測学用枠に起こりうる変形が位置測定に与える影響は、無視できるほど小さい。

本発明の以上およびその他の態様は、以下で述べる実施形態から明白であり、これに関して説明される。

図1は、リソグラフィ投影装置の投影ステーションの実施形態を示す。

図2は、別個の高さ測定ステーションおよび2つの基板ホルダーを有するリソ

グラフィ投影装置の図を示す。

図3は、投影ステーションおよび測定ステーションに使用する高さセンサーを示す。

図4は、基板上で測定する高さセンサーの実施形態を示す。

図5、図6および図7は、両ステーションで使用し、そのメーターが複合干渉計システムの一部を形成する高さセンサーの第1、第2および第3の実施形態を示す。

図8は、計測学用枠を備えた投影ステーションの実施形態を示す。

図9は、測定ステーションおよび投影ステーションで実行される干渉計測定の概観である。

図10は、図2の装置で基板ホルダーが実行する動作を示す。

図1は、基板上にマスク・パターンを繰り返し撮像するフォトリソグラフィ装置の実施形態の光学的要素を概略的に示す。この装置の主な構成要素は、投影レンズ・システムPLを収容する投影柱である。マスク・パターンCが撮像されるマスクMAのマスク・ホルダーMHが設けられ、このシステムの上に配置される。マスク・ホルダーは、マスク・テーブルMT内にある。基板テーブルWTが、投影レンズ・システムPLの下に配置される。このテーブルは、感光層を備えて、何回もその都度異なるIC区域Wdにマスク・パターンを撮像しなければならない基板Wの基板ホルダーWHを収容する。基板テーブルはXおよびY方向に移動することができ、したがってマスク・パターンをIC区域に撮像した後、その

後のIC区域をマスク・パターンの下に配置することができる。

装置は、さらに、例えばクリプトン・フッ素・エキシマー・レーザーまたは水銀ランプなどの放射線源LA、レンズ・システムLS、反射体REおよび集光レンズCOを備える照明システムを有する。照明システムによって供給される投影ビームPBが、マスク・パターンCを照明する。このパターンは、投影レンズ・システムPLによって基板WのIC区域に撮像される。あるいは、欧州特許出願公開第0 658 810号に記載されているように照明システムを実現してもよい。投影レンズ・システムは、例えば $M = 1/4$ の倍率、開口数 $NA = 0.6$ および2 mmの直径を有する回折限界画像サイズを有する。

装置は、さらに、複数の測定システム、つまりXY面で基板Wに対するマスクMAのアラインメントをとるシステム、基板ホルダー、したがって基板のXおよびY位置および方向を判別する干渉計システム、および投影レンズ・システムPLの焦点または画像面と基板Wの感光性層表面との間の偏差を判別する焦点誤差検出システムとを備える。これらの測定システムはサーボ機構の一部であり、これは電子信号処理および制御回路およびドライバ、つまりアクチュエータを備え、これで基板と焦点合わせの位置および方向を、測定システムが供給した信号に関して補正することができる。

アラインメント・システムは、図1の右上隅に示したマスクMAで2つのアラインメント・マーク M_1 および M_2 を使用する。これらのマークは回折格子で構成することが好ましいが、周囲とは光学的に異なる正方形または細片など、他のマークで形成してもよい。アラインメント・マークは2次元、つまり互いに対して垂直の2方向、つまり図1のXおよびY方向に延在することが好ましい。基板Wは少なくとも2つのアラインメント・マークを有し、これも好ましくは2次元の回折格子で、そのうち2つ P_1 および P_2 を図1に示す。マーク P_1 および P_2 は、パターンCの画像を形成しなければならない基板Wの区域の外側に配置される。格子マーク P_1 および P_2 は位相格子であることが好ましく、格子マーク M_1 および M_2 は振幅格子であることが好ましい。

図1は、アラインメント・システムの特殊な実施形態、つまり二重アラインメ

ント・システムを示し、これはそれぞれ基板アラインメント・マーク P_2 をマスク・アラインメント・マーク M_2 上で、基板アラインメント・マーク P_1 をマスク・アラインメント・マーク M_2 上でアラインメントをとるため、2本のアラインメント・ビーム b および b' を使用する。ビーム b は反射要素30、例えば鏡などで、プリズム26の反射表面27へと反射する。表面27はビーム b を基板アラインメント・マーク P_2 へと反射し、これは放射線の一部をビーム b_1 として関連のマスク・アラインメント・マーク M_2 へと通過させ、ここでマーク P_2 の画像が形成される。例えばプリズムなどの反射要素11がマーク M_2 上に配置され、このプリズムは、マーク M_2 によって通過した放射線を放射線感受性検出器13に向ける。第2アラインメント・ビーム b' は、鏡31で投影レンズ・シ

ステムPLの反射体29へと反射する。反射体29はビーム b' をプリズム26の第2反射表面28へと通過させ、この表面はビーム b' を基板アラインメント・マーク P_1 に向ける。このマークは、ビーム b' の放射線の一部をビーム b_1' としてマスク・アラインメント・マーク M_1 へと反射させ、ここにマーク P_1 の画像が形成される。マーク M_1 を通過するビーム b_1 の放射線は、反射体11'によって放射線感受性検出器13'へと向けられる。二重アラインメント・システムの動作は、米国特許第4,778,275号に記載され、このシステムのさらなる詳細については、これを参照する。

図1によるアラインメント・システムの実施形態は、特に、投影レンズ・システムPLが例えば248nmなどの短い波長を有する投影ビームPB用に設計され、アラインメント・ビームが例えば633nmなどの大幅に長い波長を有する装置に適している。実際、このシステムは、投影柱に特別なレンズ、つまり補正レンズ25を組み込む。このレンズは、基板アラインメント・マークがマスク・アラインメント・マークの面に、投影レンズ・システムがアラインメント・ビームの波長に合わせて最適化されていないという事実にもかかわらず、正しい倍率で撮像されることを保証する。補正レンズは、投影柱中に、一方で基板アラインメント・ビームによって発生したアラインメント・ビームの様々な回折次数のサブビームが、これらのサブビームに別個に影響できるように、補正レンズの面で十

分に分離され、他方で、補正レンズが投影ビームおよびマスク・パターンCで形成された画像に与える影響が無視できるほどであるような高さに配置される。補正レンズ25は、投影レンズ・システムのフーリエ面に配置することが好ましい。アラインメント・ビームbおよびb₁の主光線が図1に示すように互いに交差する面に補正レンズを配置すると、このレンズを2本のアラインメント・ビームの補正に使用することができる。補正レンズ25の目的および動作に関するさらなる詳細については、米国特許第5,100,237号を参照する。

回折要素などの楔または他の屈折要素を、アラインメント・ビームの経路をさらに下ったアラインメント・マークの近傍に配置することが好ましい。このような屈折要素（図1には図示せず）があると、アラインメント・エラーを防止することができる。アラインメント・エラーは、検出器13または13'が捕捉した

選択アラインメント・ビーム部分内に意図しない位相差がある結果として生じ、位相差は、基板アラインメント・マークから来るアラインメント・ビーム部分の対称軸がマスク・プレートに垂直でなく、したがってこのプレート内に偽の反射が生じた場合に発生する。このような屈折要素を設けたアラインメント・システムは、米国特許第5,481,362号に記載されている。

マスクに対して基板全体のアラインメントをとるのに使用する図1に示したグローバル・アラインメント・マークP₁およびP₂に加えて、基板には、IC区域ごとにマスク・パターンに関して該当する区域のアラインメントをとるよう、例えばIC区域ごとに1つのマークなど、さらなるアラインメント・マークを設けてもよい。マークは3つ以上のアラインメント・マークを有することができ、例えば補正するようにZ軸を中心とするマスクの回転を測定するなどのため、さらなるアラインメント・マークを使用することができる。

基板テーブルWTのXおよびY位置を正確に求めるため、既知の投影装置は多軸干渉計システムを備える。米国特許第4,251,160号は2軸システムについてのべ、米国特許第4,737,283号は3軸システムについて述べている。図1では、このような干渉計システムを要素50、51、52および53で概略的に表し、図では測定軸を1つだけ、つまりX軸を示す。例えばレーザなどの放射線源50か

ら発するビーム $b_{4,l}$ は、ビーム分割器 51 によって測定ビーム $b_{4,m}$ と基準ビーム $b_{4,r}$ に分割される。測定ビームは基板ホルダー WH の反射側面 54 に到達し、この側面で反射した測定ビームは、ビーム分割器によって、例えば「角の立方体」反射体などの静止反射体が反射した基準ビームと結合される。結合したビームの強度は、検出器 53 で測定することができ、基板ホルダー WH の変位（この場合は X 方向）は、この検出器の出力信号から得ることができ、このホルダーの瞬間の位置も確立することができる。

図 1 で概略的に示すように、単純化のために 1 つの信号 S_{53} で表される干渉計の信号、およびアラインメント・システムの信号 S_{13} および $S_{13'}$ は、例えばマイクロコンピュータなどの信号処理ユニット SPU に適用され、これは前記信号を処理してアクチュエータ AC の信号 S_{AC} を制御し、これで基板テーブル WT を介して XY 面で基板ホルダーを移動させる。

図 1 に示す X 測定軸を備えるばかりでなく、Y 測定軸および場合によっては第 3 の測定軸も備える干渉計システムでは、静止干渉計システムによって規定された座標系でのアラインメント・マーク P_1 、 P_2 および M_1 、 M_2 の位置およびその相互距離を、基板に対するマスクの初期アラインメント、またはグローバル・アラインメントの間に決定することができる。この干渉計システムを使用して、基板テーブルが非常に正確にステップする、つまり所定の距離および方向に移動するようにすることもできる。このようなステップは、マスク・パターンが第 1 IC 区域または領域で 1 つ（または複数の）フラッシュで撮像された後、その後の IC 領域をマスク・パターンおよび投影レンズ・システムの下に配置するのに実行され、したがってマスク・パターンもこの領域に撮像することができる。これらのステップおよび撮像操作は、全 IC 領域にマスク・パターン画像を設けるまで続けられる。この方法で作動するリソグラフィ装置をステップと呼ぶ。

一方で、IC 領域の単位表面あたりに要求される電子コンポーネントが増加し、他方で IC 領域が大きくなるので、投影レンズ・システムの解像力および画像領域に与えられる要件は、ますます厳しくなっている。これらの技術的に矛盾する要件を多少とも解決するため、既にステップ走査器の使用が提案されている。

このような装置では、ステッパと同じステッピング動作を実行するが、マスク・パターンをIC領域に撮像する時に、IC領域の対応する下位領域にマスク・パターンの小さい一部しか撮像されない。マスク・パターンの連続する部分を、IC領域の連続する下位領域に撮像することにより、マスク・パターン全体をIC領域に撮像することができる。そのため、マスク・パターンは、マスク・パターンの位置に例えば長方形または弓形などの小さい照明スポットを形成する投影ビームで照明され、基板テーブルは、投影レンズ・システムおよび投影ビームに関して所定の方向、つまり走査方向で移動して、マスク・テーブルは同じまたは反対方向に移動し、基板テーブルの速度は、マスク・テーブルのM倍である。Mは、マスク・パターンを撮像する倍率である。マスクおよび基板は、任意の瞬間に相互に正確な位置になるよう保証しなければならない、これはマスクと基板との動作を非常に正確に同期する、つまり基板の速度 V_{sub} を常にマスクの速度 V_{MA} のM倍にすることによって実現することができる。

$V_{\text{sub}} = M \cdot V_{\text{MA}}$ の状態を点検するため、ステップ走査器は、基板干渉計システムばかりでなく、マスクの動作と位置とを正確に測定できるマスク干渉計システムも備えるとよい。最後に述べたシステムの測定鏡は、マスク・ホルダーに固定することが好ましい。マスク干渉計システムは、図1では要素60、61、62、63および64で表示され、これは基板干渉計システムの要素50、51、52、53および54と同じ機能を有する。マスク干渉計システムの信号は、図1では単純さを期して1つの信号 S_{63} で表されるが、信号処理ユニットSPUに提供され、ここで信号を基板干渉計システムの対応する信号と比較する。これで、マスクと基板が相互に正しい位置にあるか、同時に移動する、またはその両方であるか確認することができる。

これらの条件が満足されているか確認するため、基板およびマスクの両方の干渉計システムに3本の測定軸があれば十分である。しかし、基板干渉計システムは、5本の測定軸を有することが好ましい。欧州特許出願公開第0498499号に記載されているように、X、Yおよび $\psi_{z,w}$ ばかりでなく $\psi_{x,w}$ および $\psi_{y,w}$ 、つまりX軸およびY軸を中心とする基板の傾斜も測定することができる。5軸干渉

計システムを構成できる干渉計ユニットの様々な実施形態については、欧州特許出願公開第0 498 499号を参照する。マスクでもXおよびY軸を中心とする傾斜を測定できるため、5軸マスク干渉計システムを使用してもよい。しかし、代替法として、X軸およびY軸を中心とするマスクの傾斜を測定するため、3軸マスク干渉計システムを、容量性センサーなどの他のセンサーと組み合わせることが可能である。

基板を投影ステーションで照明できるようにするには、その前に基板のZ方向の高さを、投影システムに対して最初に測定し、場合によってはマスク・パターンが常に基板上に鮮明に撮像できるようにしなければならない。既知の投影装置では、光学的焦点誤差検出装置をこの高さ測定に使用し、この装置は投影ステーション内にあり、投影システムに固定される。この検出装置は米国特許第4,356,392号に記載されている。

さらに、基板の局所的傾斜を測定しなければならない。このため、投影ステーション内にある焦点およびレベル装置を、既知の装置に使用する。このような装

置が米国特許第5,191,200号に記載されている。焦点およびレベル装置を投影システムの固定結合する。というのは、この装置の要素が、投影システムも固定されている測定枠の一部を形成するプレートに配置されているからである。これにより、投影システムの画像面と基板ホルダーの表面との間に結合が確立される。

投影システムが、所与の自由作業距離、つまりこのシステムの最後の要素と基板表面との間の距離を有するような設計を有するよう、焦点およびレベル装置を使用するには、所与のスペースが必要である。さらに、いわゆる縁ダイ、つまり基板の縁に位置する基板領域を測定する場合に、焦点およびレベル装置の助けを受けて測定する間、問題が生じることがある。別個の基板領域で測定するには特定の時間が必要であり、その間、投影ステーションは基板の実際の照明に使用できないのである。

これらの問題は、Z位置および基板領域の傾斜を違う方法で測定し、この測定の大部分を投影ステーション以外で実行すれば回避することができる。マスク・パターンに対する基板領域のアラインメントについて既に提案したのと同様に、

このために投影装置をZ測定ステーションおよび第2またはそれ以上の基板ホルダーで拡張することができる。

図2は、2つの基板ホルダーおよび1つのZ測定ステーションを備えたこのような拡張フォトリソグラフィ投影装置の機械的要素を概略的に示す。この装置は枠101を備え、これは垂直のZ方向で見ると、連続的に、位置決め装置103、マスク・ホルダー107、および放射線源109を設けた照明ユニット108を備える。位置決め装置103は、第1基板ホルダー111および第2の同一の基板ホルダー113を備える。投影レンズ・ホルダー105が、マスク・ホルダーと基板ホルダーとの間にある。基板ホルダー111および113は、第1および第2支持面117および119を備え、これはZ方向に対して垂直に延在し、その上にそれぞれ第1基板120および第2基板121を配置することができる。第1および第2基板ホルダー111および113は、位置決め装置103のそれぞれ第1変位ユニット123および第2変位ユニット125により、枠101に対してZ方向に対して垂直であるX方向に平行な第1方向、およびZ方向およびX方向に垂直でY方向に平行な第2方向に移動することができる。マスク・ホル

ダー107は、Z方向に対して垂直に延在する支持表面127を有し、その上にマスク129を配置することができる。

照明しなければならない基板は、装置に入るマガジン内に配置される。このマガジンから、基板は移送機構によって連続的に装置に導入される。前記マガジンおよび移送機構は、図2には図示されず、それ自体が知られている。Z測定ステーションは、図2では同様に枠101に固定された測定ユニット133で概略的に表される。図2に示す装置の状況では、第1基板ホルダー111が投影ステーション内にあり、第1基板120は、照明ユニット108から発して、ホルダー105内にある投影システムで焦点を絞った放射線で、マスク129を介して照明される。この投影システムの光軸131のみを示す。第2基板ホルダーは、測定ステーション内にある。以下で述べるように、基板領域の高さおよび位置は、このステーションで求められ、第2基板ホルダー113上の基準面の高さと関連

付けられる。基板119の照明が終了した後、第1基板ホルダー111は、位置決め装置によって投影ステーションから測定ステーションへと変位される。第1基板120は、前記移送機構により、このステーションから前記マガジンへと移動する。同時に、第2基板ホルダーが位置決め装置によって測定ステーションから投影ステーションへと移動する。測定ステーション内の基板領域の理想的高さおよび位置は、既に基板ホルダーの基準面の高さに関連付けられているので、基板ホルダーの基準面の高さのみ測定し、これを必要に応じて投影ステーションで補正する。この測定および補正は、迅速に実行できる比較的単純なプロセスである。測定ステーションでは、その瞬間に投影ステーションにある基板の照明と時間を平行して、より困難で時間がかかる基板領域の高さおよび位置の測定が実行されているので、単位時間当たり多数の基板を照明できるよう、最大限の時間、投影ステーションを照明自体に使用することができる。

2つの基板ホルダーおよびテーブルを備えたフォトリソグラフィ装置の原理および利点は、特に欧州特許出願公開第0 687 957号および日本特許出願公開第57-183031号の英語版の要約書に記載され、そこにはこのような装置の実施形態も締められている。

図3は、本発明により基板領域の高さおよび位置を測定する方法を概略的に示す。この図では、図2の要素に対応する要素は同じ参照番号で示されている。図の右側部分は、図に示した瞬間に第2基板121を伴う第2基板ホルダー113を収容する測定ステーション133を示す。図の左側部分は、第1基板120を伴う第1基板ホルダー111を収容する投影ステーションの小さい部分を示す。矢印140は、基板をいかに投影装置に移動させるかを示す。測定ステーション133は、概略的にのみ示した第1高さセンサーを備え、これは既知の様々な方法で実現することができる。この高さセンサーは、例えば容量性、空気式または光学的高さセンサーでよい。光学的高さセンサーの実施形態を図4に示す。

この図では、要素190は測定ビーム b_3 を供給するダイオード・レーザなどの放射線源である。このビームは、ビーム分割器191を通過し、反射プリズム192によって基板121の表面へと反射し、ビームは非常に小さい角度 α で基

板に入射する。基板表面で反射したビームは、プリズム193で逆反射体194へと反射する。逆反射体はビームを内部で反射し、したがってこのビームは、プリズム193、基板表面およびプリズム192上の反射体を介してビームb'₃と同じ経路を再度横断する。ビーム分割器195および反射プリズムは、測定ビームを放射線感受性検出システム196へと反射させる。このシステムは、例えば位置感受性検出器または2つの別個の検出器で構成される。このシステム上にビームb'₃が形成する放射線スポットの位置は、測定ビームが入射する基板表面の部分の高さに依存する。この光学的高さセンサーの包括的記述については、米国特許第4,356,392号を参照し、このような高さセンサーは焦点誤差検出装置と呼ばれる。

感光層を備えた基板の測定に特に適した高さセンサーは、感光層に斜めに入射する測定ビームで作動するが、このビームは広い波長帯を有するタイプである。測定ビームの広帯域特性により、基板アセンブリの層および感光層の複数反射によって生じることがある干渉は、互いに平均して、高さ測定信号には影響しない。十分に正確な測定信号を獲得するため、測定ビームの経路は、放射線源と基板との間に第1格子、この基板と検出システムとの間に第2格子を組み込む。第1格子は、放射線感受性層での反射を介して第2格子に撮像され、第1格子の画像が第2格子と一致する程度を、放射線感受性層の高さで判別する。この高さセンサー

一の包括的記述については、米国特許第5,191,200号を参照し、ここでは本特許で焦点検出システムと呼ぶこの高さセンサーの様々な実施形態が記載されている。

高さセンサー150は、いかなる瞬間にも基板121の小さい区域しか測定しない。高さの測定のため、基板121を伴う基板ホルダー113を、矢印152および153で示すようにZおよびY方向に高さセンサーの下で移動させ、したがって、この基板の局所的高さが、基板の多数のポイントで測定される。このようにして獲得した測定値は、各基板領域について理想的な高さおよび位置を計算できるよう、既知の方法で処理することができる。測定ステーションは第2高さ

センサー160を備え、これも概略的にしか図示されていず、基板ホルダーの基準面170の高さを測定する。この測定は、基板の高さ測定と同時に、それと同回数実行される。次に、2つの高さセンサーの測定値を互いに関連付け、該当する基板領域の理想的高さおよび位置に関連する基準面170の高さを、基板領域ごとに計算することができる。第2高さセンサーの種々の実施形態も可能である。以下で説明するように、高さセンサーは干渉計として実現することが好ましく、基準面は基板ホルダーの面取り反射面であり、この面は干渉計のZ測定鏡として機能する。この面は、干渉計測定ビーム165を、高さセンサー150と結合したプレート174上に配置されたZ反射体175へと反射させる。Z反射体は、測定ビームを再び干渉計へと反射させ、基板ホルダーの高さを測定するための基準を形成する。

基板121および基板ホルダー113での高さ測定中、基板120は投影ステーションで照明される。この高さ測定および照明を実行した後、基板ホルダー111を投影ステーションから取り出し、基板120をこのホルダーから取り出して、ホルダーに基板を設け、次に測定ステーション150に配置し、ここで測定する。その間に、基板ホルダー113および基板をこのステーションから取り出し、投影ステーションに配置する。このステーションで、マスク・パターンを全基板領域に連続的に投影できるよう、基板ホルダーを矢印162および163で示すように投影システム305の下でXおよびY方向に移動させる。基板領域を照明しているので、最初に基板ホルダーの基準面172が、測定ステーション150で計算して、該当する基板領域の高さに関連した高さにあるが、検査しな

ければならない。そのため、投影ステーションには第3高さセンサー180を設ける。この高さセンサーからの信号を使用して、基板ホルダーの支持表面の高さ、したがって該当する基板領域の高さおよび位置を補正することができる。そのため、例えばこの信号を、基板ホルダー内にあるZアクチュエータに適用してよい。

原則的に、高さセンサー180も種々の方法で実現することができる。しかし、この高さセンサーもZ干渉計であることが好ましい。この干渉計の測定ビーム

185は、Z測定鏡として機能する基板支持基準面174によって反射体186に反射し、これがビームをZ測定鏡172を介して反射させ、干渉計へと戻す。Z反射体186は、投影システム305に固定されたプレート184上に配置される。

基板ホルダーの高さメータとしてZ干渉計を使用することの利点は、基板および基板領域のXおよびY位置を測定するために投影ステーションに既に存在するXおよびY干渉計システムに、このメータを統合できるからである。分割鏡およびZ検出器など、特別な要素をわずかしか使用しないことにより、欧州特許出願公開第0498499号に記載されたシステムのように、既知の干渉計システムはXおよびY測定ビームばかりでなく少なくともZ測定ビームも供給し、これ进行处理できることを保証することができる。

基板および別個の基板領域の高さの測定と同時に、本発明によるZ測定を実行するのに必要な基板および基板領域の位置を測定することも可能であり、この領域の高さは、同様にZ測定ステーションにある複合XYZ干渉計システムを使用することにより、その瞬間に測定される。投影ステーションでは、複合干渉計システムを使用して、これから照明する基板領域を投影システムの下に運び、正しい高さに配置するよう確保することができる。複合干渉計システムで実行される一方のXY測定、および他方のZ測定も、重要な共同作用の効果を有する。一方で、基板および基板領域のXおよびY位置を高い精度で測定できるよう、この基板および基板領域の高さ、つまりZ位置が分かっている必要はなく、他方で、基板および基板領域のZ位置を高い精度で測定できるよう、この基板および基板領域のXおよびY位置が分かっている必要はない。複合干渉計は、XおよびY位置、さらにZ位置に関する情報を供給するので、最適かつ迅速な測定を実行することが可能である。

測定ステーションおよび投影ステーションに複合干渉計システムを使用することのさらなる大きな利点は、XおよびY方向で基板および基板領域のアラインメントをとる手順の一部を、測定ステーションでも行えることである。マスク・パターンに対して基板のアラインメントをとるため、この基板およびマスクには通

常、アラインメント・マークを設け、別個の基板領域のアラインメントをとるため、各基板領域に別個のアラインメント・マークを設ける。アラインメントの程度は、基板のアラインメント・マークとマスクのアラインメント・マークを互いの上に撮像し、アラインメント・マークが他方のアラインメント・マークの画像と正確に一致するか検出することにより判別する。基板の変位を測定し、座標系に基板領域の位置を固定するため、位置測定システム、好ましくは干渉計システムを使用しなければならない。基板ホルダーにも1つまたは複数のアラインメント・マークを設け、測定ステーションにある基準アラインメント・マークに対して測定ステーションの基板のアラインメント・マークおよび基板ホルダーのアラインメント・マークのアラインメントをとることにより、各基板のアラインメント・マークと基板ホルダーのアラインメント・マークとの間の関係を確立することができる。これで、投影ステーションではマスクのアラインメント・マークに対して基板ホルダーのアラインメント・マークのアラインメントをとるだけでよい。これは、短時間しか必要としない極めて単純なプロセスであり、基板領域のマークのアラインメントの方が時間がかかる。後者のプロセスは測定ステーションで実行され、別の基板の照明と時間が平行するので、アラインメントに関しても大幅に時間を節約することができる。

すでに述べたように、新規の方法を実行するために使用するX Y Z干渉計システムは、原則的に欧州特許出願公開第0 498 499号に記載されたように構成することができるが、それに記載されたシステムが、測定ビームがZ測定鏡へと向けられる少なくとも1本の測定軸で拡張することを条件とする。

既知のように、干渉計は、測定しなければならない対象に固定された測定鏡に向けられ、これから反射する測定ビームばかりでなく、静止基準鏡に向けられ、これから反射する基準ビームも含む。複合X Y Z干渉計システムの場合、Xおよ

びY基準鏡は、欧州特許出願公開第0 498 499号に記載されたような干渉計システムを構成する干渉計ユニットに配置することができる。Z測定ビームの基準鏡も、このようなユニットに配置することができる。しかし、Z基準鏡は、図5に示すようにXまたはY測定鏡で形成することが好ましい。

投影ステーションの基板干渉システムに関するこの図では、Z基準ビームを $b_{z,l,r}$ で示す。このビームは、干渉計ユニット200から出るが、これは2本のX測定軸MAX, 1およびMAX, 2に加えてZ測定軸MAX, 7も備え、この測定軸は基板ホルダーWHの上面に可能な限り近づけて配置される。Z測定鏡260は測定軸MAX, 7のZ測定ビームをZ反射体264へと反射し、これは投影システムのホルダーLHに固定されたプレート263上に配置され、これより大きい計測学的枠の一部を形成してもよい。Z反射体はZ測定ビームをZ測定鏡260へと反射させ、これは測定ビームを干渉計ユニット200へと反射させる。このユニットは、Z測定ビーム用の別個の検出器を収容する。他の信号とともに、この検出器の出力信号を処理して、Z測定信号にすることができる。

図5のZ測定鏡260は、XY面、つまりXおよびY測定ビームが伝搬する面に対して45°の角度で配置される。原則的に、Z測定鏡はXY面に対して異なる鋭角で延在してもよい。しかし、45°の角度が好ましい。というのはZ測定ビームがZ反射体264への往復に同じ経路を通り、Z測定鏡の幅を最小にできるからである。

Z測定ビームが基板ホルダーの上面に近い位置で、したがって基板に近い位置でZ測定鏡に衝突する干渉計のこの実施形態では、基板に起こりうる傾斜がZ測定信号に与える影響を無視することができる。

X測定鏡は、図5に示すように、Z測定の基準鏡として使用される。この鏡で反射する基準ビーム $b_{z,l,r}$ はZ位置の情報ばかりでなくX位置の情報も含み、したがってこの基準ビームをZ検出器上でZ測定ビームと組み合わせると、この検出器の出力信号が純粋なZ位置信号となる。したがって、光学的微分が実行される。Z測定の基準鏡としてX測定鏡を使用する代わりに、Z測定用基準鏡を干渉計ユニット200に配置することも可能である。次にZ検出器が供給する信号は、純粋なZ位置の情報を含まず、その信号のZ位置情報はX位置情報と混合さ

れている。純粋なZ位置信号を獲得するには、X位置情報検出器信号から除去し、したがってこの信号から引かなくてはならない。つまり、電子的微分を使用しなければならない。特に、リソグラフィ装置で望ましいように、基板ホルダーを

高速かつ大きい加速度で移動させねばならない場合、干渉計システムに関連する電子回路が測定信号を処理できる速度が、制限要素になることがある。光学的微分を用いる場合は、このような制約がない。光学的微分、つまりXまたはY測定鏡をZ測定の基準鏡として使用することを、XYZ干渉計システムの全実施形態で 사용할 ことができる。

図5でも図示されているように、干渉計システムは、2つのZ測定を実行できるような方法で実現してもよい。

そのため、第1Z測定鏡260の反対側にある基板ホルダーWHの側面265も面取りされ、これに第2Z測定鏡を設ける。この鏡は、Z測定軸MAX, 8に沿って延びる第2測定ビームと協力する。第2Z測定ビームは測定鏡によって第2Z反射体268へと反射し、これはプレート263の下側に配置される。第2Z測定ビームはZ反射体268によって測定鏡へと反射し、これは測定ビームを測定軸MAX, 7およびMAX, 8によって供給される信号を加えることにより、基板の平均Z位置を判別することができる。したがって、Z位置の値は、基板ホルダーのX位置とは無関係に獲得される。

図5に示す実施形態では、Y軸に対する基板の傾斜を示す信号も獲得することができる。この信号は、MAX, 7およびMAX, 8測定軸によって供給される信号の差に比例する。

図5の実施形態では、特別な放射線源を備え、第2Z検出器を収容する別個の干渉計ユニット280が必要である。図6は、特別な干渉計ユニットが必要でない干渉計システムの実施形態を示す。この実施形態では、MAX, 8測定軸の測定ビームが、第2Z検出器も備えた干渉計ユニット200によって供給される。MAX, 8測定軸の測定ビームは、基板と投影レンズとの間のスペースを横断し、2つの反射面271および272を有する屋根形反射体270によってZ測定鏡265へと反射する。鏡265は、測定ビームをZ反射体268へと反射させ、

これは測定ビームを測定鏡265へと反射させ、その後、このビームは検出器ユ

ニット200へと逆の経路を横断する。このユニット内で、測定ビームは上述した第2検出器に受けられる。

Z測定鏡260および265は基板ホルダーの全長にわたってY方向、つまり図5および図6に示した面に対して垂直の方向に延在する。リソグラフィ装置がステップ走査器である場合、Y方向は走査方向であり、したがってZ測定を走査長全体にわたって実行することができる。

原則的に、Z測定鏡の幅は、この鏡の区域におけるZ測定ビームの断面の直径と等しい、またはこのビームがZ反射体への経路を2回辿る場合は、これよりわずかに大きい。つまり、この幅を制限することができ、Z測定鏡の表面を小さいままにしておける。測定鏡は、総面積が小さいので、実際に望ましい表面精度で製造することができる。

図6で示すように、投影レンズ・システムPLの主軸AA'とZ反射体268の端部との間には所定の距離がある。この距離は、例えば約70mmである。Z測定も基板ホルダーWHの極端なX位置（図7で示すように、基板の最右部分が図示されている）で実行できるため、軸AA'と測定鏡265との間の距離hは、少なくともその位置での距離fに等しくなければならない。これは、Z測定のために、X方向での基板ホルダーの幅を所定の値だけ増加させねばならないことを意味することがある。MAX, 8測定軸を介したZ測定に加えて、MAX, 7測定軸を介したZ測定も実行する場合、基板ホルダーの幅は、この値の2倍に増加させるとよい。基板ホルダーも、Z測定鏡とYおよびY測定鏡との両方をその側面に配置できるため、所定の高さがなければならないので、X方向の寸法が大きくなると、ホルダーの重量が大幅に増加する。したがって、Z測定鏡は、面取りした側面を有する棒形の要素上に配置することが好ましく、その要素は基板ホルダーに固定接続される。

図7は、2つのZ測定鏡293および294が棒形要素291、292上に配置された干渉計システムの実施形態を示す。ここでも、測定鏡に必要な幅は、この鏡の区域で測定ビームの断面直径と等しいか、それよりわずかに大きく、したがって棒形要素のZ方向の寸法を制限することができる。記載されたZ測定を実

行するのに適するよう基板ホルダーに加える余分な重量は、これによって制限される。図7に示すように、2つのZ測定鏡は、基板ホルダーの下部分に配置される。その結果、干渉計ユニット200に関連するX測定軸を、基板ホルダーの上面の近傍に配置することができ、これらの測定軸のアッペ誤差の危険性を低下させることができる。さらに、基板ホルダーの側面の最大部分および投影システムと基板ホルダーとの間の最大スペースは、記載した測定以外の測定を実行するのに使用することができ、本発明とは無関係である。

図7は、投影ビームPBも示す。ステップ走査器リソグラフィ装置の場合、このビームは基板の区域で、例えば長方形などの長い形の断面を有し、その縦方向はX方向と平行である。基板領域にマスク・パターンを撮像する度に、マスクおよび基板を投影ビームおよび投影レンズ・システムに対してY方向に移動させることにより、このビームを基板上でY方向に移動させる。

本出願人の名前で出願され、本特許出願の前、またはこれと同時に公示される欧州特許出願第97203771.7(PHQ97.010)号は、本発明による方法の実現以外の用途のため、Z測定軸を伴う複合干渉計システムの種々の実施形態について記述している。複数のXおよび／またはY測定軸を有するこれらの干渉計システムの実施形態は、本発明による方法を実行するのにも使用することができる。少なくとも1本のZ測定軸ばかりでなく少なくとも5本の他のXおよびY測定軸を使用する干渉計システムが好ましい。というのは、XおよびY位置およびZ軸を中心とした回転ばかりでなく、X軸およびY軸に対する基板の傾斜も、これで測定できるからである。先行の特許出願を参照することにより、これは参照により本明細書に組み込まれるので、干渉計システムの実施形態の構造的詳細を、これ以上記述する必要はない。

Z反射体およびZ測定鏡から戻るZ測定ビームの経路は、このZ測定鏡と、このビームに関連する干渉計との間に、この測定ビームを再びZ測定鏡およびZ反射体へと反射させる逆反射体を組み込むことができる。その結果、Z測定鏡およびZ反射体上で測定ビームが余分に反射し、したがってこの測定ビームの経路にある鏡で起こりうる傾斜が発生した場合に、測定ビームの元の方向を維持することが実現される。したがって、Z測定信号でのビームの飛びを、大幅に減少させ

ることができる。Z測定ビームの経路に逆反射体がある干渉計システムの実施形態は、上述した先行の特許出願にも記載されている。

リソグラフィ装置の複合干渉計システムで必要な精度に関して、温度、気圧、湿度などの周囲のパラメータの変化が、ある役割を果たし始めることがある。これらの変化は、干渉計のビームが伝搬する媒体の屈折率を変化させる。このような変化は、媒体の乱流によっても生じることがある。補正できるよう、これらの変化を判別できるようにするため、干渉計システムに静止反射体と協力する余分な測定軸、つまり基準測定軸を設けてもよい。基準軸の測定ビームは、一定の幾何学的経路長を横断する。しかし、光学経路の長さは、幾何学的経路長と横断する媒体の屈折率との積であり、屈折率の変化から影響を受ける。したがって、この変化は、基準軸測定ビームとそれに関連する基準ビームとが横断する経路の長さの差にも影響を与える。この差は、基準測定軸に関連する干渉計ユニットの余分な基準検出器によって測定される。この検出器の出力信号を使用して、乱流または周囲のパラメータの変化による屈折率の変動の情報を、他の測定軸を介して獲得することができる。

屈折率の変動は、例えば2倍の差などの大きく異なる波長を有し、干渉計ビームが伝搬する媒体内で同じ経路を横断する2本の測定ビームによって、測定することもできる。ビームの屈折率は、そのビームの波長に依存するので、これらのビームの光学経路長は、ビームの幾何学的経路長が等しくても異なり、したがって、これらのビームは検出器に到着時に位相差を有する。屈折率の変動した場合、この位相差も変化するので、屈折率の変動を示す信号が獲得される。

マスクおよび基板が、IC区域の照明中に基板の高いフィードスルー率を有するリソグラフィ装置で、確実に極めて高精度の方法で互いに対して配置されるため、基板ホルダーおよびマスク・ホルダーのアクチュエータの力が基板ホルダーの干渉計システムの構成要素に、ステップ走査器の場合はマスク・ホルダーの干渉計システムに伝達されることは、防止しなければならない。そのため、測定鏡を除く干渉計システムの構成要素を、投影システムも固定されている剛性の枠に配置することができ、この枠は装置の他の構成要素から動的に隔離されて吊り下げられる。これで、干渉計の構成要素は、投影システムを妨害することなく固定

結合される。前記枠は計測学的枠とも呼ばれ、装置の振動から動的に隔離され、またはその振動のない状態で吊り下げられ、そこにある干渉計の構成要素の位置は、基板テーブルおよびマスク・テーブルの駆動力などの外力から、もはや影響されない。

図8は、計測学的枠を設けたステップ走査式光学リソグラフィ装置を概略的に示す。このような装置は、基板の干渉計システムISWばかりでなく、マスクのXおよびY変位を測定する干渉計システムISMも備える。これらの干渉計システムおよび投影システムPLが計測学的枠MFに配置されているので、これらのシステムは互いに固定され、投影システムによって形成されるマスク・パターンの画像は、干渉計システムに結合される。

基板干渉計システムの測定鏡290および293、およびマスク干渉計システムの測定鏡297は、基板およびマスクが固定されている基板ホルダーWHおよびマスク・ホルダーMHのそれぞれ一部であるので、基板およびマスクの動作は、これらのシステムで直接測定される。その結果、これらの動作および形成されるマスク・パターンの画像は、Z軸に沿って基板およびマスクの相互位置を調節するアクチュエータなど、装置の他の構成要素の動作から影響を受けない。

XおよびY方向にマスクおよび基板を変位させるアクチュエータ（図8には、XアクチュエータXA_rおよびXA_rのみが棒で図示されている）は、アクチュエータ枠AFの部分形成する。

計測学的枠は、概略的に図示された動的絶縁器SU₁、SU₂、SU₃およびSU₄によってアクチュエータ枠内で吊り下げられ、したがってこの枠は装置の残りから動的に隔離されている。マスク・テーブルMTおよび基板テーブルWTが、アクチュエータ枠内に配置される。基板テーブルは3つのZアクチュエータを有し、そのうち2つZA_{r,1} およびZA_{r,2} が図示され、基板のZ位置は、3つのアクチュエータに等しく通電することによって基板のZ位置を調節するが、3つのアクチュエータに不均等に通電することによって基板の傾斜を実現することができる。これらの動作は、マスク・テーブルにも3つのZアクチュエータを設ければ、同様の方法でマスクでも実現することができ、そのうち2つZA_{r,1} およびZA_{r,2} が図示されている。

プレート263は、投影レンズ・ホルダーの下部分に固定され、計測学的枠内にある。既に述べたように、このプレートの反射性の下側264が、干渉計システムISWのZ測定軸のZ反射体を構成する。

計測学的枠およびアクチュエータ枠を備えた図8の構造は、本発明によりZ測定を実行するステップ・タイプのリソグラフィ装置にも使用することができる。このような装置は、マスク干渉計システムを含まない。

計測学的枠には、剛性および安定性に関して厳格な要件を加えねばならず、この枠の材料は、熱膨張率が非常に小さくなければならない。しかし、基板干渉計システムおよび場合によってはマスク干渉計システムのXおよびY測定軸の基準鏡を、投影レンズ・システムPLのホルダーまたは計測学的プレート263に固定すれば、この要件を緩和することができる。干渉計システムと投影レンズ・システムとは、光学的に結合され、相互の動作が測定に影響することはない。この機能を、プレート263の下に2つの基準鏡298および299で、図8に概略的に示す。基準ビームを、基板干渉計システムから反射体（図示せず）を介して、これらの基準鏡に案内することができる。マスク干渉計システムの場合も、基準鏡を投影レンズ・システムのホルダーに固定してよい。

計測学的枠がないリソグラフィ投影装置でも、同じ利点を獲得するよう、基板干渉計システム、および場合によってはマスク干渉計システムのXおよびY基準鏡を、投影レンズ・システムのホルダーに固定することができる。多軸干渉計システムを設けても、Z測定軸がないフォトリソグラフィ投影装置は、投影レンズ・システムのホルダーに基準鏡が固定され、それ自体で知られ、PCTWO97/33205号に記載されている。

図9は、本発明による方法を実行するのに適したリソグラフィ装置の所定の実施形態において、投影ステーションおよび測定ステーションで実行される干渉計測定の概観である。この図は、X測定鏡 R_1 、 R'_1 、Y測定鏡 R_2 および R'_2 、およびZ測定鏡 $R_{3,1}$ 、 $R_{3,2}$ 、 $R'_{3,1}$ 、 $R'_{3,2}$ を有する2つの基板ホルダー111および113を示す。図9の中心部分は、XY面で切り取った断面、上部分はXZ面で切り取った断面、左側部分はYZ面で切り取った断面である。参照番号300および310は、照明ステーションおよびアラインメント・ステ

ーションの測定区域を示す。各測定軸を、2つの文字と1つの数字で示す。最初の文字は、該当する測定軸で実行する測定の方法（X、YまたはZ）を示し、数字はこの方向の測定軸の数を示し、2番目の文字は、測定を実行するのがアライメント・ステーション（M）か照明ステーション（E）を示す。図9の実施形態では、X方向およびY方向の両方で3本の測定軸に沿って測定を実行し、2つのZ測定を実行する。干渉計ユニット330は、投影ステーションのY測定に使用する。投影ステーションおよび測定ステーションの対応する干渉計ユニットは、同じ参照番号で示すが、測定ステーションの干渉計ユニットの参照番号はプライム記号を付ける。

2つの基板テーブルおよび関連するホルダーを、リソグラフィ装置の測定ステーションから投影ステーションへ、およびその逆へ移動させるため、共通の回転を介して基板を測定ステーションまたは投影ステーションへ運べるよう、この移動中に2つの基板テーブルを共通の回転式アームに固定することができる。しかし、ステーション間の移動を実行するため、基板テーブルは、XY面で直線運動をするよう、別個に駆動されることが好ましい。図10は、基板ホルダー111および113および関連のテーブル（図示せず）が、この場合に投影ステーション300および測定ステーション310に対していかに移動するかを示す。この図では、4つの異なる状況を左から右へSIT1、SIT2、SIT3およびSIT4で示す。SIT1では、基板ホルダー111が投影ステーション300の中にあり、このホルダー上にある基板が照明され、基板ホルダー113は測定ステーション310の中にあり、このホルダー内の基板が測定される。SIT2では、照明プロセスおよび測定プロセスが完了し、2つの基板ホルダーが該当するステーションを出ている。SIT3では、2つの基板ホルダーが互いを通り、基板ホルダー111は測定ステーション310への途上であり、基板ホルダー113は投影ステーション300への途上にある。SIT4では、基板ホルダー113が、このホルダー上にある基板を照明することができるよう、投影ステーション300内に位置し、一方基板ホルダー111は、第1基板を取り外して新しい基板を設けた後、この基板で測定を実行できるよう、測定ステーション310に配置される。

基板領域の高さおよび位置を測定する新規の方法を、I C構造を製造するフォトリソグラフィ装置に関連して述べてきた。しかし、この方法は、インテグレイテッド・オプティックスやプレーナー光学システムの構造、磁気ドメイン・メモリの案内および検出パターン、または液晶表示パネルの構造など、他の構造を製造するフォトリソグラフィ装置にも使用することができる。方法は、イオン放射線、電子放射線またはX線放射線など、光放射線以外の放射線を使用して、マスク・パターンを縮小して、または縮小せず基板上に撮像する他のリソグラフィ装置にも、使用することができる。画像は、投影システムで形成される画像ばかりでなく、近接画像でもよい。

FIG. 1

【図2】

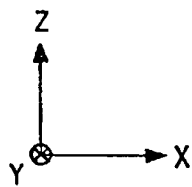
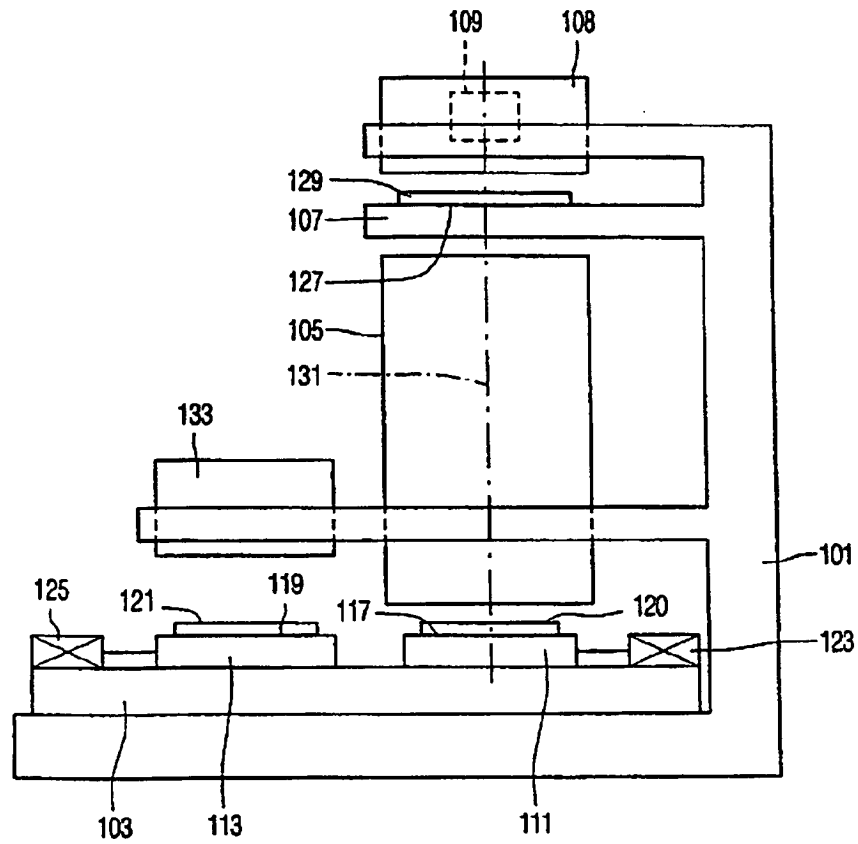


FIG. 2

【図3】

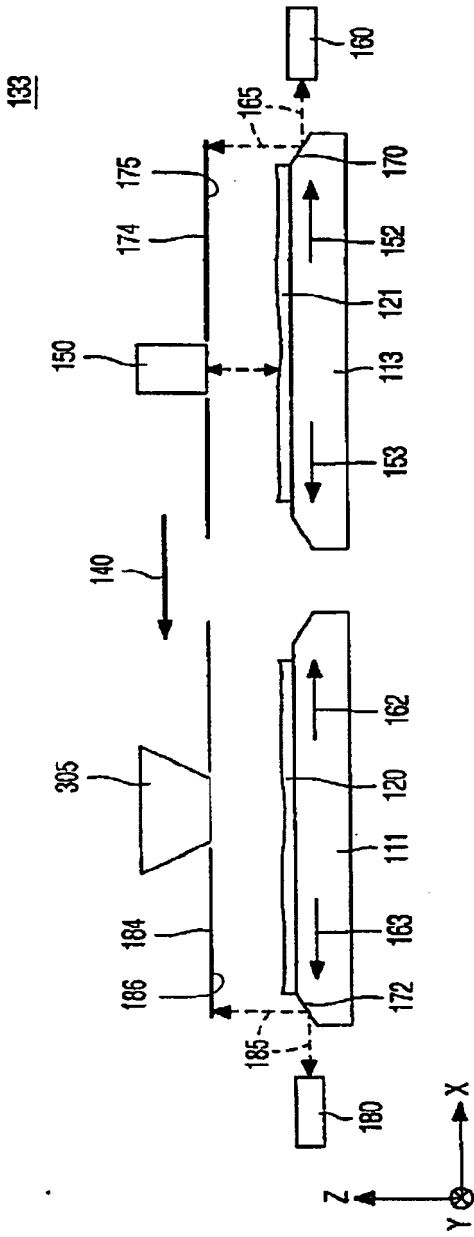


FIG. 3

【図4】

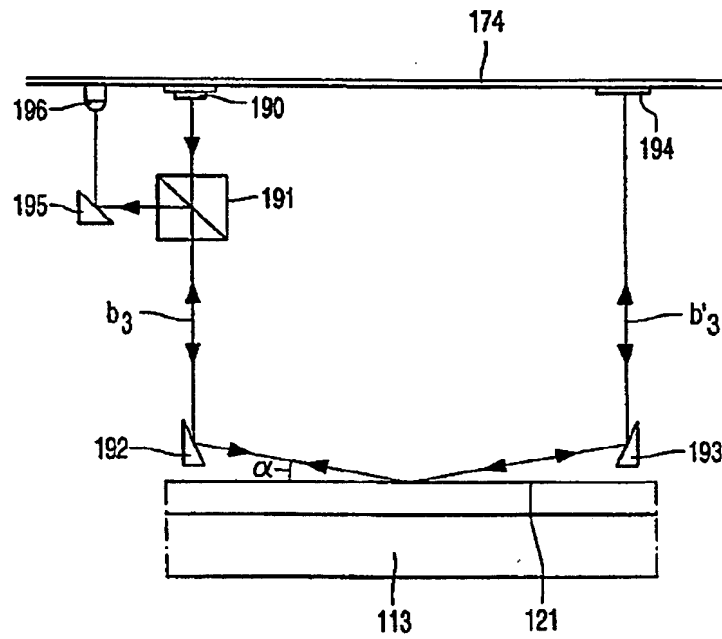


FIG. 4

【図5】

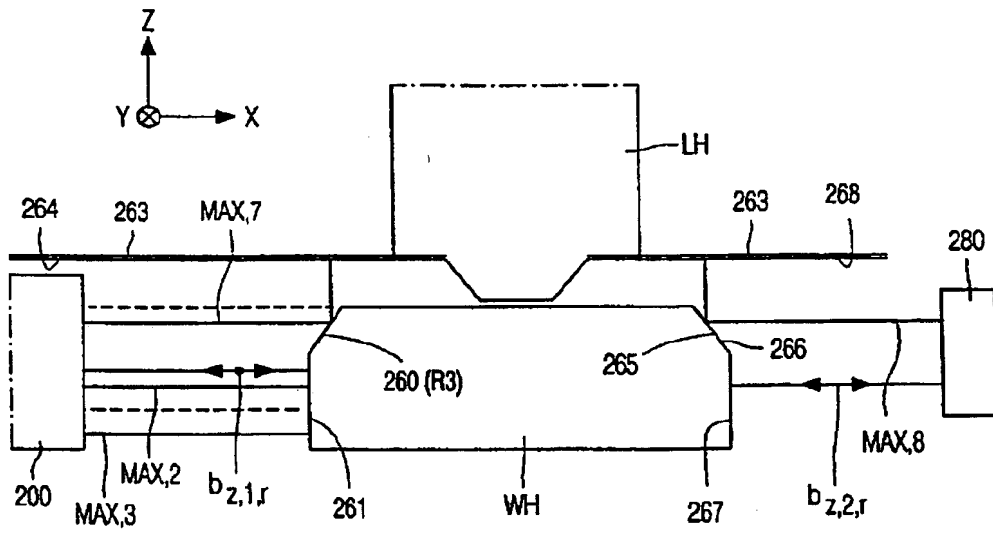


FIG. 5

【図6】

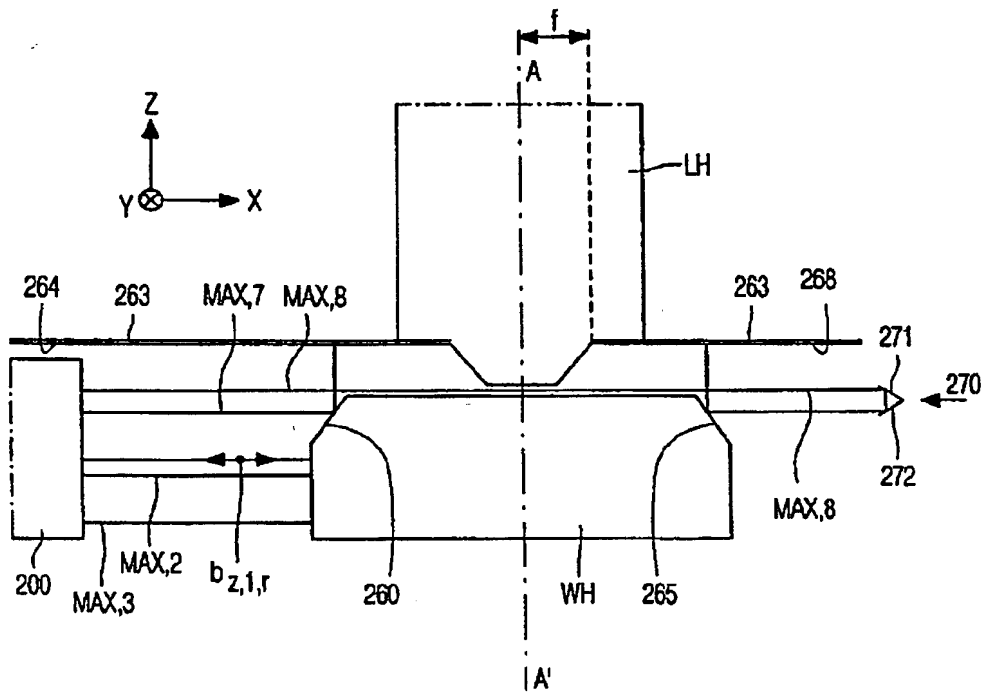


FIG. 6

【図7】

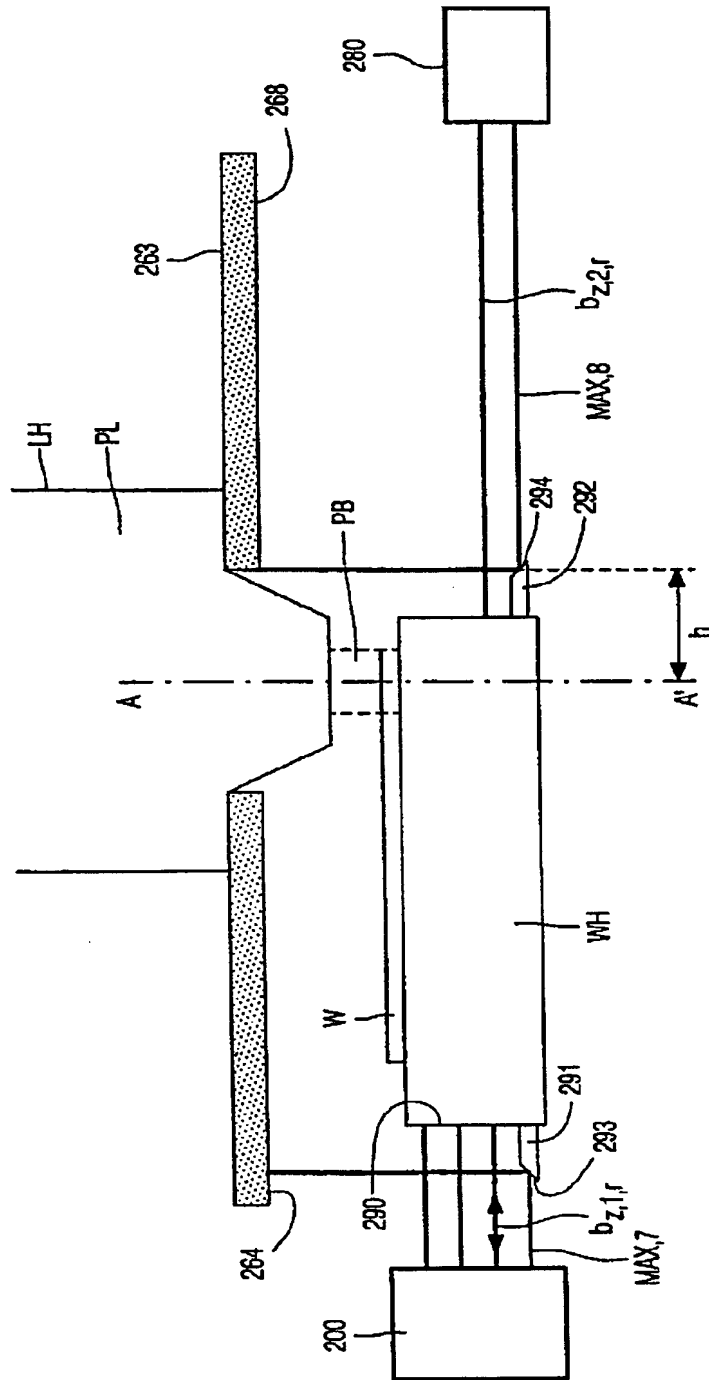


FIG. 7

【図8】

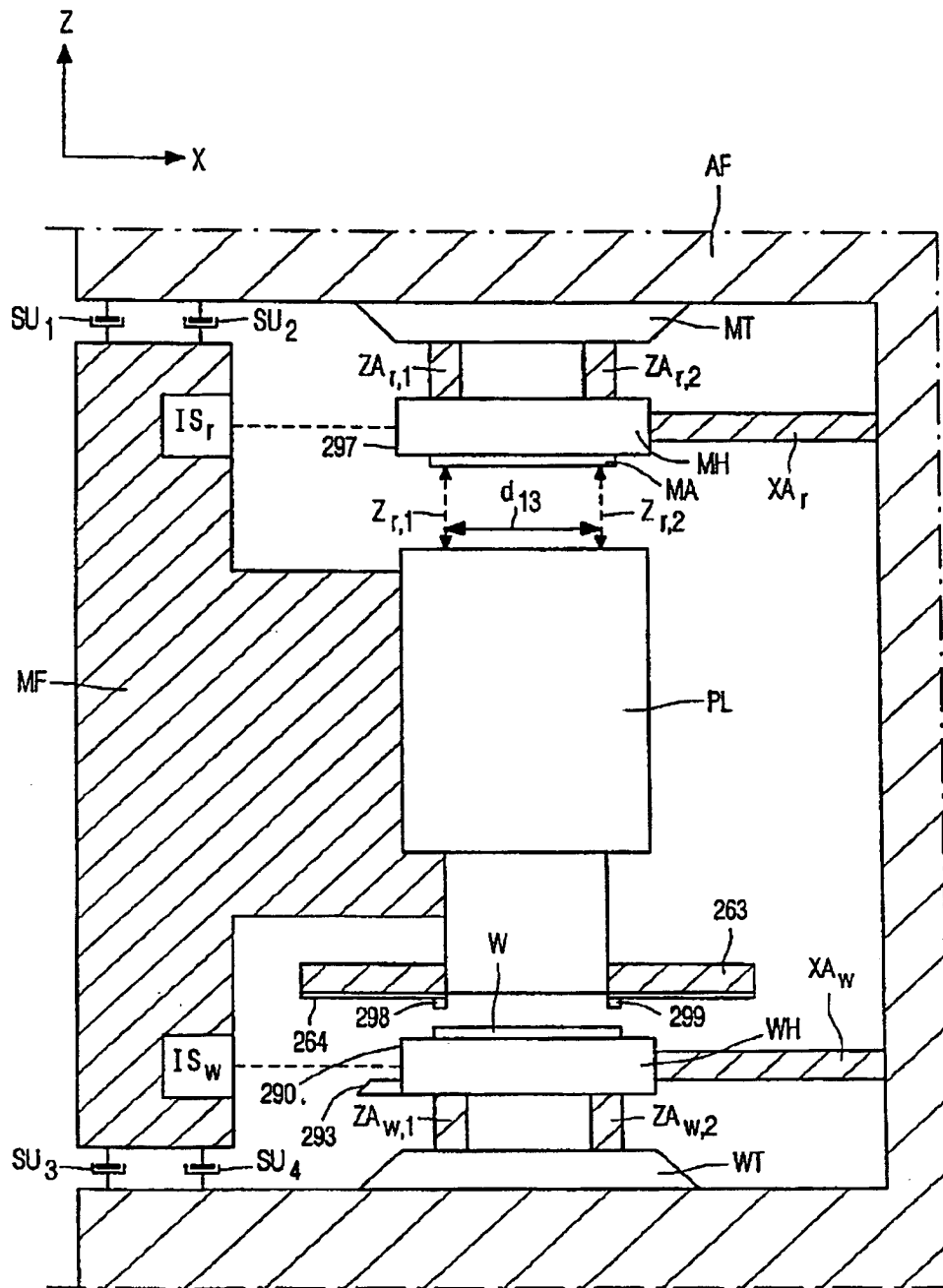


FIG. 8

【図9】

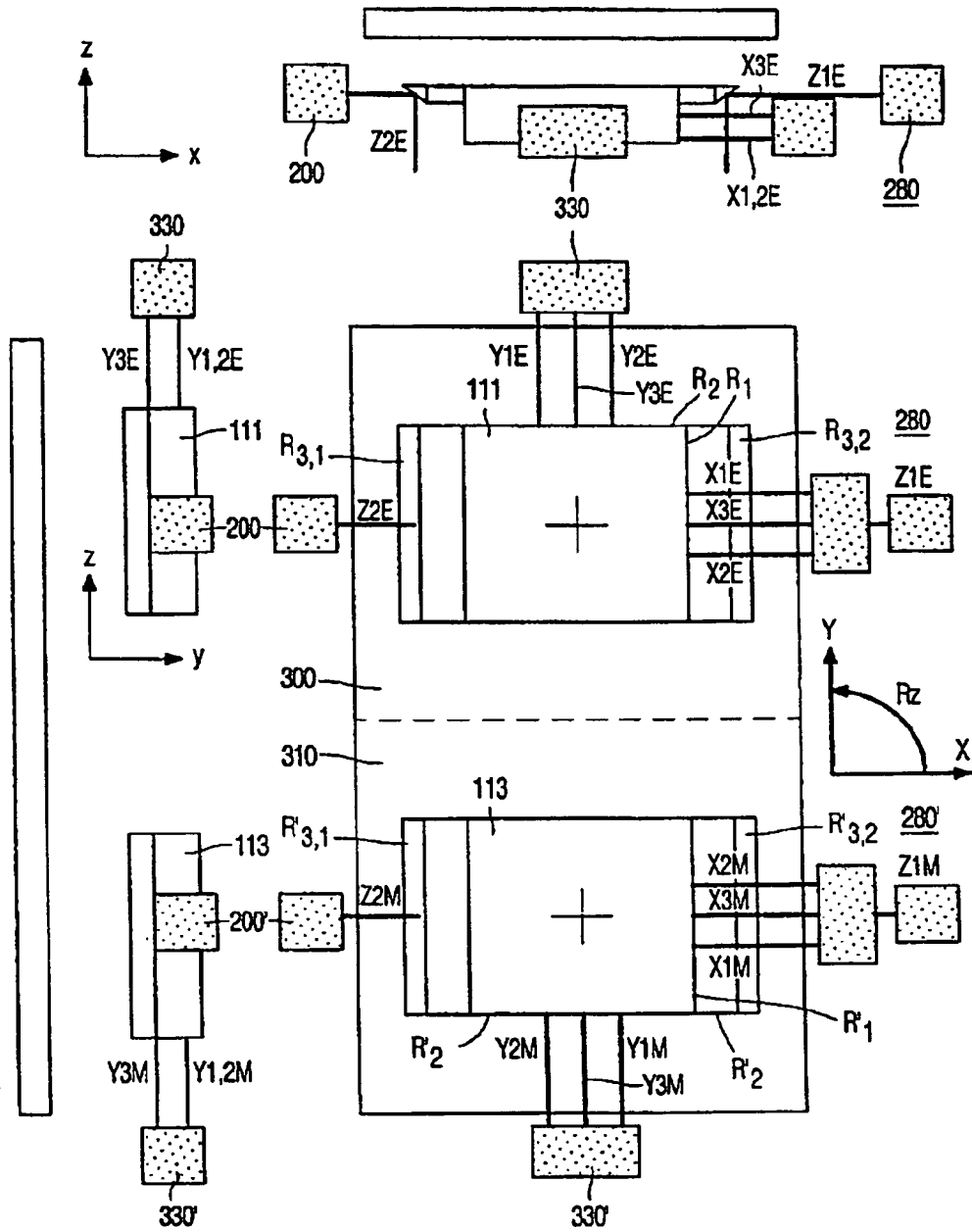


FIG. 9

【図10】

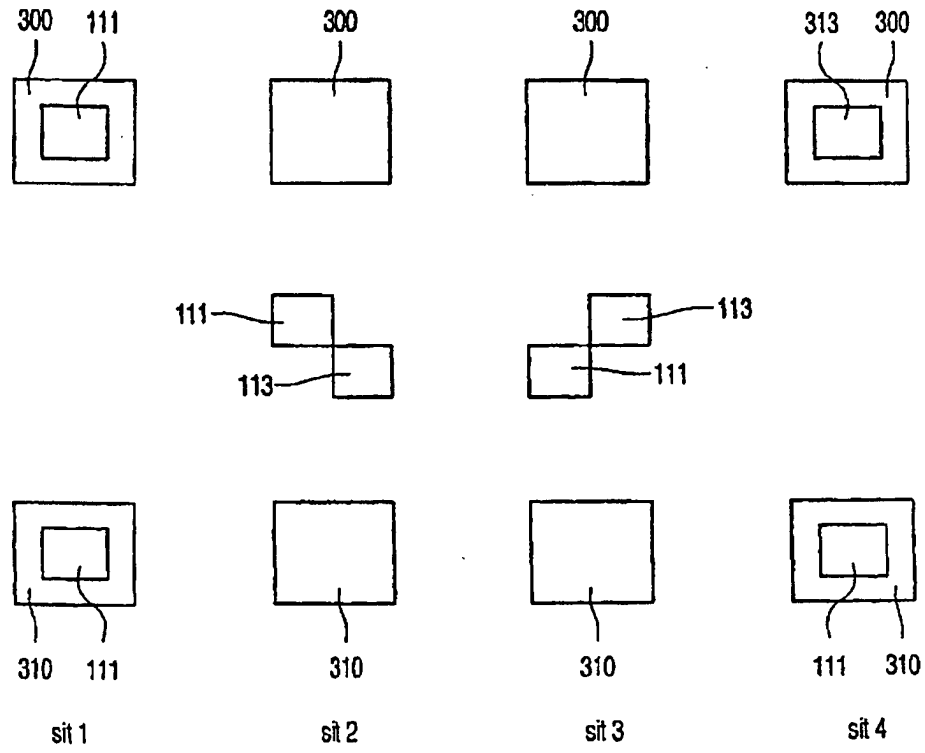


FIG. 10

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/EP 98/08090

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 G03F9/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 G03F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 027 (E-474), 27 January 1987 -& JP 61 196532 A (CANON INC), 30 August 1986 cited in the application see abstract; figures ----	1,5,6
Y	EP 0 793 073 A (CANON KK) 3 September 1997 see abstract see column 12, line 18 - line 48 see figures 1-3 ----	1,5,6
A	EP 0 687 957 A (IBM) 20 December 1995 cited in the application see abstract; figures ----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "K" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "B" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
17 March 1999		25/03/1999
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 6818 Patentlaan 2 NL - 2280 MV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 apo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Heryet, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/EP 98/08090

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 027 (E-156), 3 February 1983 -& JP 57 183031 A (TOKYO SHIBAURA DENKI KK), 11 November 1982 cited in the application see abstract; figures ---	1,5,6
A	EP 0 077 878 A (HITACHI LTD) 4 May 1983 see abstract; figure 4 -----	1,5,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
 Information on patent family members

 Int'l Patent Application No
PCT/EP 98/08090

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0793073 A	03-09-1997	JP 9246356 A	19-09-1997
		JP 9236425 A	09-09-1997
EP 0687957 A	20-12-1995	US 5715064 A	03-02-1998
		JP 8051069 A	20-02-1996
EP 0077878 A	04-05-1983	JP 1501485 C	28-05-1989
		JP 57204547 A	15-12-1982
		JP 63049892 B	06-10-1988
		US 4475223 A	02-10-1984